

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA**



“Diseño de un prototipo de una Estación Agrometeorológica Automática (EAA) con adquisición de imágenes satelitales, y publicación de datos en página web.”

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRONICO**

PRESENTADO POR:

Br. Marcelo Antonio Obando Buitrago

Tutor:

Ing. Álvaro Antonio Gaitán.

Managua-Nicaragua.

2016.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, **Marvin Alejandro Obando Portocarrero**, y **María Ivette Buitrago**, que siempre me han brindado su apoyo incondicional en todas las aventuras que me he propuesto, y esta fue una de ellas. A mis colegas excelentes personas, con las cuales compartí el trayecto de ser jóvenes a profesionales con criterio, y calidad. A mis hermanos fuente de inspiración, y aprecio. A mis seres más cercanos, mis amigos que a pesar de todo siempre me raptaban para tomar un descanso de tanto estudio. También dedico este proyecto a las siguientes personas que fueron una guía, y una inspiración desde que era muy joven, al **Padre José María Sacedon**, uno de mis mentores de joven, a mi abuela, **Gloria María Parrales Buitrago** por siempre creer, y confiar en mí, a mi querido abuelo **Gerardo Ernesto Mena Escobar**, por enseñarme desde niño lo que era el mundo real mostrando valores de humildad, lealtad, compañerismo. Dedico este proyecto a dos personas en especial al Profesor **Carlos Ortega**, por haber sido un amigo, un guía, y un gran colaborador, y al Profesor **Álvaro Gaitán**, por haber sido un guía, y excelente tutor en esta monografía. También dedico este proyecto a Dios, creador del universo y por ende de la vida misma. Y lo más importante dedico este proyecto a Nicaragua, a su gente, a sus agricultores, a sus recursos naturales, para que podamos construir un mejor país.

RESUMEN

El presente documento muestra los resultados obtenidos del diseño de una estación agrometeorológica automática con adquisición de imágenes satelitales y publicación de página web. Este prototipo está orientado para el uso en el sector agrícola permitiendo la medición de la temperatura, humedad, presión, velocidad y dirección del viento, que tienen un uso esencial en todo el ciclo agrícola. Los datos obtenidos de este dispositivos son trasmitidos por un radio enlace a una red central, donde se ordenan y visualizan con instrumentación virtual a su vez se almacenan dichos datos, para ser analizados y publicados en una página web.

La parte satelital es un sistema de monitoreo para ver los fenómenos climáticos que afectan toda la región de Centro América y en base a esas visualizaciones tomar decisiones para los siguientes campos o áreas de estudio: Climáticas, agrícolas, sociales, sistemas de emergencia.

ABSTRACT

This document displays the results obtained from the design of an automatic wheather station, acquisition of satellite images and publishing website. This prototype is geared for using in agriculture, allowing the measurement of temperature, humidity, pressure, wind speed and direction, which are essential in the agricultural cycle. The data obtained from this device are transmitted by a link to a core network, where they are sorted and displayed with virtual instrumentation these data will be stored, analyzed and published on a website.

The satellite part is a monitoring system for weather phenomena that affects the entire region of Central America and based on those visualizations decisions will be made by specialize for the following fields or areas of study: climate, agricultural, social, and emergency systems.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	2
1.1. Objetivo General	2
1.2. Objetivos Específicos	2
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. Observaciones Agrico-Metereologicas y sus variables	5
3.1.1. Aspectos básicos de las observaciones meteorológicas agrícolas	5
3.1.2. Datos como un sistema de apoyo a los servicios agrometeorológicos.	6
3.1.3. Variables climáticas físicasD	7
3.1.4. Variables biológicas	7
3.1.5. Escalas de observación	8
3.1.6. Extensión de las observaciones	8
3.1.7. Estaciones climáticas automáticas	9
3.2. Conceptos Meteorológicos	10
3.3. Sensores utilizados en estaciones meteorológicas automáticas	12
3.3.1. OBSERVACIONES DEL ENTORNO FÍSICO	14
3.3.2. FABRICANTES DE ESTACIONES AGROMETEREOLOGICAS Y SUS PARÁMETROS	14
3.4. Energía Solar	15
3.5. Comunicación serial	16
3.6. Modelo TCP/ IP	19
3.7. Enlaces punto a punto	20
3.8. LabVIEW	21
3.9. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)	22
3.9.1. NOAA-POES	22
3.9.2. TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA DE IMÁGENES (APT)	23
3.9.3. ANTENA DOBLE CROSS ARRAY	27
3.10. Página WEB	32
3.11. Microsoft® SQL Server™	32
3.12. Visual Studio	33
3.13. ELEMENTOS Y MATERIALES	34

3.13.1.	MICROCONTROLADOR PIC16F877A.....	34
3.13.2.	CONVERSOR DE RS232 A ETHERNET	37
3.13.3.	SENSORES.....	38
3.13.4.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	44
4.	DISEÑO E IMPLEMETANCION DEL SISTEMA	47
4.1.	Descripcion del sistema.....	48
4.2.	Diseño de la Estacion agrometereologica	49
4.2.1.	DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	49
4.2.1.1.	Diagrama de flujo	51
4.2.2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE MEDICION	53
4.2.2.1.	Temperatura	53
4.2.2.2.	Presión	53
4.2.2.3.	Humedad relativa	54
4.2.2.4.	Velocidad del viento	55
4.2.2.5.	Dirección del viento	55
4.2.3.	SIMULACION DEL SISTEMA DE CONTROL Y EL SISTEMA DE MEDICION.....	57
4.2.4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACION.....	58
4.2.5.	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRASMISION	63
4.2.6.	DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	67
4.2.7.	INTERFAZ GRÀFICA	70
4.3.	Diseño de la comunicacion satelital	74
4.3.1.	ANTENA DOUBLE CROSS.....	74
4.4.	DISEÑO DE LA PÀGINA WEB	84
4.4.1.	S.Q.L Server.....	84
4.4.2.	Visual Studio.....	85
5.	Análisis y presentación de resultados.....	87
5.1.	Resultados	93
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	94
6.1.	Recomendaciones.....	95
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	96
Anexo A:	Estación agrometeorológica.....	A
7.1.	A.1. Código del microcontrolador en C	A
7.2.	A.2. Sensores.....	R

Sensor Digital de temperature DS1620.....	R
MPX4115A.....	GG
HIH-4000	MM
Anemometer	SS
7.3. A.3 Pruebas en tabla de nodo	UU
7.4. A.4 Pistas del circuito de control y del sistema de medicion	VV
7.5. A.5: Comunicacion.....	WW
Max-232	WW
Wiznet 107 SR	III
7.6. A.6 Codigo Labview	RRR
7.7. A.7 Alimentación Solar.....	TTT
Cálculos Energéticos.....	TTT
Anexo B: Construcción de Antena.....	VVV
7.8. B.1 Script de Matlab generación del patrón de radiación.	BBBB
Anexo C: Scripts S.Q.L Server y Visual Studio.....	DDDD
7.9. C.1 Script Base de datos usuarios	DDDD
7.10. C.2. Script Datos almacenados de la estación	DDDD
7.11. C.3. Script en Visual Basic Windows Form (Consults)	EEEE
7.12. C.4. Script en C	FFFF
7.13. C.5. Script Visual Studio Tabla.....	HHHH
7.14. C.6. Script Visual Studio Login	IIII
7.15. C.7. Script en C del login	JJJJ
ANEXO D presupuesto del proyecto	KKKK
7.16. D.1. Presupuesto de la Estacion agrometereologica automatica	KKKK
7.17. D.2. Presupuesto de la antena double cross.....	LLLL
7.18. D.3. Comparacion de estaciones automaticas	MMMM

Figura I Panel Fotovoltaico.	16
Figura II Niveles de Voltaje	17
Figura III Conector DB-9	17
Figura IV Envío de datos del puerto Rs-232C	18
Figura V Modelo de capa OSI.....	19
Figura VI Radio enlace IP-Ethernet.....	20
Figura VII Automatic Picture Transmissions- Telemetric	24
Figura VIII Formato de líneas de video APT.	26
Figura IX Antena Doble Cross Array	27
Figura X Diagrama de conexión SQL Server	33
Figura XI Código HTML	34
Figura XII Reparto del uso del micro controlador en las diferentes áreas de difusión.....	35
Figura XIII Microcontrolador 16F877A	35
Figura XIV Modulo WIZ107SR.....	37
Figura XV Diagrama de pines DS1620S	38
Figura XVI Comportamiento del DS1620S.....	39
Figura XVII Sensor de presión MPX4115A.	40
Figura XVIII Función de Transferencia entre voltaje y presión.	41
Figura XIX Banda de error de la temperatura.	41
Figura XX Sensor de humedad HIH-4000-001.....	42
Figura XXI Entorno Operativo del sensor.....	43
Figura XXII Anemómetro Davis Instruments 6410	43
Figura XXIII Configuración de entradas y salidas.....	50
Figura XXIV Simulación en proteus	57
Figura XXV Chipset MAX232.....	58
Figura XXVI Conexión entre el μ c y el MAX232	59
Figura XXVII Modulo Wiz107SR	60
Figura XXVIII Conexión entre el modulo y el pc por el protocolo RS-232.....	61
Figura XXIX Conexión entre el pc y el modulo por protocolo TCP/IP	62
Figura XXX Enlace punto a punto.....	66
Figura XXXI Regulador Solar LMS.....	67
Figura XXXII Panel Solar Modelo ICO-SCP 5W.....	68
Figura XXXIII Batería CDP 12V, 4Ah	68
Figura XXXIV patrón de radiación DCA.	77
Figura XXXV Recepción de NOAA 19	81
Figura XXXVI APT	82
Figura XXXVII WXT0IMG.....	83
Figura XXXVIII Diagrama de bloques de la página web	84
Figura XXXIX Pantalla 16 x 2 mediciones de sensores.....	87
Figura XL Unidad de control, Max232, WizNet107.....	88
Figura XLI Sensores.....	88
Figura XLII Antena Double Cross.....	89
Figura XLIII Receptor SDR.	89
Figura XLIV NOAA 19 Imagen Satelital en escala de grises.	90

Figura XLV Panel Frontal Pagina Web.	90
Figura XLVI Login Pagina Web.	91
Figura XLVII Consulta de días, meses, años en la página Web.	91
Figura XLVIII Panel LabView.	92

Lista de Ilustraciones

Ilustración A Alimentación de los dipolos en los planos	29
Ilustración B Patrón de radiación isotrópico.	30
Ilustración C Polarización Circula de Antena	30
Ilustración D Diagrama de bloques del sistema	48
Ilustración E Diagrama de bloque Estación Automática	49
Ilustración F Dirección del viento	56
Ilustración G Voltaje en alto y Voltaje en bajo contra la carga de resistencia recepción ...	59
Ilustración H Diagrama de conexión energética.	69
Ilustración I Diagrama de bloques.....	74
Ilustración J Server Explorer	86
Ilustración K Gauge Hightchart	86

Lista de Ecuaciones

Ecuación 1 Cálculo del ancho de banda.	24
Ecuación 2 Calculo de la longitud de onda del cable.	31
Ecuación 3 Formula de desfasamiento.	32
Ecuación 4 Formula para calcular la temperatura	40
Ecuación 5 Función de transferencia del	41
Ecuación 6 Formulas de compensación.....	42
Ecuación 7 Transición de la velocidad del viento	44
Ecuación 8 transición de la dirección del viento.	44
Ecuación 9 Formula para la salida de tensión del sensor.	53
Ecuación 10 Compensación de la temperatura.....	54
Ecuación 11 Formulas del campo eléctrico y magnético del dipolo de media onda.	75
Ecuación 12 Factor del arreglo	75
Ecuación 13 Calculo del factor arreglo.....	76
Ecuación 14 Relación Señal a ruido.	78

Lista de Tablas

Tabla 1 Tipos de sensores.....	13
Tabla 2 Variables recomendadas por la OMM y sus valores exactos	14
Tabla 3 Datos básicos de los satélites NOAA-POES.	22
Tabla 4 Características de la transmisión APT.....	25
Tabla 5 Parámetros de APT.....	25
Tabla 6 Características de los pics	37

Tabla 7 Características principales.....	69
Tabla 8 Consumo Energético.....	69

Lista de Figuras Anexo

Figure A 1 Descripción de pines	R
Figure A 2 Diagrama de bloques	T
Figure A 3 Medición del circuito de temperatura	U
Figure A 4 Salida de operación del termostato.....	W
Figure A 5 Lectura de transferencia de datos	CC
Figure A 6 Escritura de transferencia de datos	DD
Figure A 7 Optimización de la curva de trabajo.....	FF
Figure A 8 Esquema de integración del sensor.....	HH
Figure A 9 Diagrama en cruz	JJ
Figure A 10 Recomendación de alimentación y acoplamiento en la salida. (For output filtering recommendations, refer to Application Note AN1646.)	JJ
Figure A 11 Salida vs Presión Absoluta.....	KK
Figure A 12 Error de banda de temperatura.....	KK
Figure A 13 Error en la presión.....	LL
Figure A 14 . Operating Environment (Non-condensing environment.)	PP
Figure A 15. Storage Environment (Non-condensing environment.).....	PP
Figure A 16. Typical Output Voltage vs Relative Humidity	QQ
Figure A 17. Typical Output Voltage (BFSL) vs Relative Humidity (At 0 °C, 70 °C and 5 V.)	QQ
Figure A 18 .Mounting Dimensions (For reference only. mm/[in]).....	RR
Figure A 19. Typical Application Circuit.....	RR
Figure A 20. Prueba del código en el microcontrolador.....	UU
Figure A 21. Prueba de sistema de medición y control.	UU
Figure A 22 Pistas de control PCB.....	VV
Figure A 23 Pistas de Sensores PCB	WW
Figure A 24 Esquemático simple.....	XX
Figure A 25Funciones de pines	YY
Figure A 26 Circuito de prueba con formas de onda tPhL y tpLH.....	CCC
Figure A 27 Prueba de controlador y forma de onda tPHL y tPLH	DDD
Figure A 28 Prueba de circuito y forma de onda para tThl y tTlh.....	DDD
Figure A 29 Diagrama interno Max 232	GGG
Figure A 30 Ejemplo del esquema	III
Figure A 31 Asignación de pines WIZ107SR	KKK
Figure A 32 Formato de envío serial	LLL
Figure A 33 Esquema interno Wiznet.....	PPP
Figure A 34 WIZ107 SR diagrama de flujo.....	QQQ
Figure A 35 Interfaz Final.....	SSS
Figure A 36 Soporte de los dipolos	WWW
Figure A 37 Materiales.....	WWW
Figure A 38 Cajetín Ensamblado	XXX
Figure A 39 Conexión del cable coaxial al dipolo	YYY

Figure A 40 Posición de T, tubos de aluminio y cable coaxial.	YYY
Figure A 41 Estructura de la antena y sus dipolos	ZZZ
Figure A 42 Pistas para la conexión de los dipolos	AAAA
Figure A 43 Antena Double Cross con sus dipolos en 30 grados.....	BBBB
Figure A 44 Estacion Metereologica Profesional 900ET	MMMM

Lista de Tablas Anexo

Table A 1 Lectura de los 9 bits.....	U
Table A 2 Descripción de pines con detalles.....	V
Table A 3 Set de comandos.....	BB
Table A 4 Especificaciones óptimas.....	NN
Table A 5 Ejemplo de impresión de datos.....	OO
Table A 6 Funciones de cada Driver	FFF
Table A 7 Funciones de cada receptor	FFF
Table A 8 Especificaciones del módulo WIZ107SR	JJJ
Table A 9 Descripción de pines.	LLL
Table A 10 Comandos AT.....	OOO
Table A 11 Sensores para la Estación Meteorológica	PPPP
Table A 12 Especificaciones del equipo.....	QQQQ
Table A 13 Comparación técnicas de estaciones.....	RRRR
Table A 14 Comparación de Estaciones Meteorológicas Automáticas	SSSS

INTRODUCCIÓN

El sector agrícola de Nicaragua es afectado constantemente por los cambios climáticos, los cuales tienen una directa incidencia en el comportamiento del ciclo agrícola. Nicaragua es un país tropical, posee una gran diversidad de flora y fauna, además los diversos cultivos están ampliamente enlazados al desarrollo de estos cambios climáticos.

Los modelos convencionales agrícolas utilizan instrumentación manual, y conocimientos empíricos desarrollados a lo largo de los años por los agricultores, siendo muy necesario dotar al sector agrícola de un sistema automatizado para realizar mediciones climáticas que permitan comprender las afectaciones climáticas, maximizando de esta manera la calidad y la producción del sector agrícola.

Es de suma importancia hacer frente a las consecuencias de los fenómenos meteorológicos que impactan directamente a este sector, los agricultores e ingenieros agrónomos deben contar con datos meteorológicos fiables, para tomar las mejores decisiones con respecto a los cultivos y sus respectivos cuidados.

Este trabajo monográfico consiste en la construcción un prototipo de una Estación Agrometeorológica Automática (EAA), donde se propone proporcionar al sector agrícola, (agricultor) un sistema que permita la obtención de información meteorológica completa, confiable y automática.

En este documento se abarca el proceso de investigación, diseño, y construcción de un prototipo, introduciendo al lector en cada una de las etapas que conforman el proyecto final.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar el prototipo de una estación Agrometeorológica automática con adquisición de imágenes satelitales y publicación de datos en página web, para el estudio de las principales variables meteorológicas como temperatura, humedad, presión, velocidad, dirección del viento, frentes fríos, cálidos, tormentas, huracanes y así permitir obtener datos útiles, y precisos para el proceso de planificación agrícola.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Diseñar un sistema que permita censar las variables meteorológicas.
- 2) Diseñar la Interfaz Hombre Maquina (HMI) para visualizar los datos obtenidos utilizando LabView.
- 3) Enlazar la estación Agrometeorológica a la central de datos por medio de un enlace IP.
- 4) Diseñar y construir una antena de tipo Double Cross que permita la adquisición de imágenes satelitales.
- 5) Diseñar un sitio web para la publicación de datos e histogramas, que trabaje en tiempo real y permita visualizar las imágenes satelitales.

2. JUSTIFICACIÓN

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) está avanzando en el Proyecto de Acompañamiento al Sistema de Información Agroclimática, el cual se propone la creación de una unidad especializada en el monitoreo y análisis de datos climáticos para la producción agropecuaria. La Unidad Agro Meteorológica permitirá a todos los productores tener más información, y datos más precisos, sobre el comportamiento del tiempo en cada ciclo agrícola. (Bejarano, Agricultores tendran mas informacion metereologica, 2016)

Asimismo INETER explicó que esa unidad “tendrá la capacidad de analizar y unificar información que emana de las redes meteorológicas que tienen instituciones como el MAG (Ministerio Agropecuario), INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria), Mefcca (Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa) y el mismo Ineter. (Bejarano, Agricultores tendran mas informacion metereologica, 2016)

Esto va a permitir que el sector tenga más información para potenciar todas las medidas que hemos venido aprendiendo y que podemos tomar para seguir produciendo aún en la incertidumbre climática. (Bejarano, Agricultores tendran mas informacion metereologica, 2016)

El cambio climático ha alterado el comportamiento meteorológico histórico de la región. Los agrónomos y agricultores ya no pueden basarse en el comportamiento “tradicional” del clima en determinadas estaciones del año. (Bejarano, 2015)

Los avances tecnológicos de los últimos años han revolucionado diversos ámbitos de la vida y la producción agrícola no escapa a estos cambios. La toma de decisiones y la estimación del rendimiento de las cosechas ahora no dependen exclusivamente de las proyecciones climáticas ni de los datos de la producción de ciclos anteriores. Ahora se

dispone de imágenes satelitales que permiten un manejo integral de los cultivos, que además de proyecciones más exactas, elevan los rendimientos. (Castellon, 2015)

Cabe mencionar que se realizaron consultas por medio de correos electrónicos, llamadas telefónicas y visitas a las siguientes instituciones: INETER, MAG, INTA, UPANIC, como resultado de esto se obtuvo la siguiente información:

- INETER: no cuenta con estaciones agrometeorológicas automáticas para zonales locales, solo presenta información de las tres regiones del país.
- MAG: No posee ningún tipo de información.
- INTA: No posee ningún tipo de información.
- UPANIC: No posee ningún tipo de información.

Por las razones anteriores mencionadas, se propuso desarrollar un prototipo de una estación Agrometeorológica automática con adquisición de imágenes satelitales y publicación de datos en página web que contribuya al proceso de modernización, y tecnificación agrícola. Este proyecto asistirá la obtención de datos climáticos reales, para los agricultores y agrónomos tomando así mejores decisiones en el inicio, durante, y finalizando el ciclo agrícola con el objetivo de optimizar sus estándares de producción, control, y calidad con respecto al mercado local e internacional. Una característica esencial de este proyecto es que será de bajo costo, pues será construido de manera local.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. OBSERVACIONES AGRICO-METEREOLÓGICAS Y SUS VARIABLES

3.1.1. Aspectos básicos de las observaciones meteorológicas agrícolas

Las observaciones de las variables físicas y biológicas en el medio ambiente son esenciales en la meteorología agrícola. Las consideraciones meteorológicas entran en la evaluación del rendimiento de las plantas y animales, ya que su crecimiento es el resultado del efecto combinado de las características genéticas (la naturaleza) y su respuesta al ambiente (crianza). Sin datos cuantitativos, la planificación agrometeorológica, la previsión, la investigación y los servicios por los meteorólogos agrícolas no pueden ayudar adecuadamente a los productores agrícolas para sobrevivir y para satisfacer las crecientes demandas de alimentos y subproductos agrícolas.

También se necesitan de estos datos para evaluar los impactos de las actividades y procesos agrícolas en el medio ambiente y el clima. Las siguientes secciones proporcionan orientación sobre los tipos de observaciones requeridas, su extensión, organización y precisión, así como en los instrumentos necesarios para obtener los datos, con énfasis en los de estaciones operativas y a largo plazo. Los libros más antiguos sobre las mediciones están generalmente disponibles para el público, pero recientemente, el número de libros con componentes útiles para la meteorología agrícola ha disminuido.

Las observaciones requeridas dependen de la finalidad para la que se van utilizar. Para la caracterización de los factores agroclimáticos, para la monitorización y predicción del clima, y para la gestión de los recursos naturales, se requiere una cobertura nacional durante periodos de muchos años. Estos datos también proporcionan la base de datos para el plazo más corto y en la toma de decisiones que participan actividades tales como la agricultura dando respuesta, al seguimiento, preparación y alerta temprana de los desastres naturales, junto con las previsiones para las plagas y enfermedades. Para

estas actividades, son necesarias observaciones adicionales. La preparación de avisos y servicios relacionados en los métodos de cultivo, incluyendo la gestión y manipulación de riego y el microclima, también requiere de datos especializados. Por último, las necesidades de la investigación llamada datos detallados y precisos de acuerdo a cada tema de investigación. Casi todos los proyectos de investigación requieren información sobre la climatología de fondo que se pueda derivar las salidas de los tipos de estaciones a largo plazo.

3.1.2. Datos como un sistema de apoyo a los servicios agrometeorológicos.

Los datos se consideran partes de sistemas de apoyo a los servicios agrometeorológicos. Esto se aplica a las evaluaciones, así como las predicciones. Cabe destacar que esto se refiere a los datos reales, es decir, los parámetros observados, o "terreno real". La colección de buenas observaciones ha pasado de moda en muchos países debido a la ilusión de que las estimaciones modeladas por computador pueden reemplazarlas. Los modelos pueden ser útiles sólo si se ponen los datos de entrada real y si las observaciones reales adicionales están disponibles para comprobar la validez de los resultados del modelo.

Cuando los datos se han relacionado con las operaciones agrícolas, los datos agrícolas pasan a ser esenciales, incluyendo el estado de los cultivos y de los animales. Estos datos complementarios se recogen a menudo por personal no meteorológicos. Para todas las aplicaciones agrometeorológicas, con el fin de hacer que la información disponible pueda ayudar a los agricultores con el tiempo climático sobre el terreno, para preparar avisos, y para permitir una planificación a largo plazo, es necesario combinar los datos meteorológicos de la agricultura.

Para hacer un mejor uso de los datos agrometeorológicos en apoyo a los servicios agrometeorológicos y proporcionar la transferencia efectiva del conocimiento de la meteorología agrícola a los agricultores a nivel de explotación.

3.1.3. Variables climáticas físicas

La meteorología agrícola se ocupa de todos los aspectos de los climas locales, regionales y las causas de sus variaciones, lo que hace de observación estándar de variables climáticas una necesidad fundamental (Hubbard, 1994). También se refiere a las modificaciones climáticas, que pueden ser introducidas por la gestión humana de las operaciones de la agricultura, la ganadería y la silvicultura (por, Stigter, 1994a). Se observan las variables físicas del clima para ayudar a la gestión de las actividades agrícolas. Esta gestión incluye la determinación del tiempo, alcance y la forma de cultivo y otras operaciones agrícolas (Siembra; cosecha; siembra; aplicación de desinfectantes y herbicidas; arado; desgarradora; rodadura; irrigación; supresión de la evaporación, el diseño, la construcción y reparación de edificios para el almacenamiento, la cría de animales, etc.) y diferentes métodos de conservación, uso industrial y el transporte de los productos agrícolas. parámetros climáticos indispensables en el desarrollo de la meteorología agrícola incluyen, más o menos, todos los relacionados con la climatología geográfica, sobre todo aquellos que permiten la interpretación de procesos físicos en las capas más bajas del suelo y la atmósfera superior, que son los determinantes climáticas para la biosfera local o regional (Monteith y Unsworth, 2007). Los parámetros relacionados con la energía y el balance hídrico son, muy importante, como la lluvia, la humedad, la temperatura, la radiación solar y el movimiento del aire. Además, ciertas características físicas y químicas de la atmósfera, la precipitación y el suelo también son importantes en la meteorología agrícola. Estas características pueden incluir CO₂ y SO₂; material disuelto suspendido en la precipitación; la temperatura del suelo, la humedad y la salinidad. Tales mediciones requieren equipo especializado, que sólo está disponible en algunas zonas seleccionadas.

3.1.4. Variables biológicas

Además de la observación científica del entorno físico, la evaluación simultánea de los objetos de la agricultura y sus objetos, es decir, las plantas, los animales y los árboles, tanto individualmente como en comunidades, es también un requisito previo de la meteorología agrícola. Las observaciones de rutina proporcionados por las estaciones

climatológicas y agrometeorológicas deben ir acompañadas de observaciones biológicas de rutina. Con el fin de obtener los mejores resultados, estas observaciones deben ser comparables con las del entorno físico en extensión, y precisión. Las observaciones biológicas en general, son fenológicas o fenómenos de la naturaleza. Las observaciones fenológicas se hacen para evaluar las posibles relaciones entre el medio físico y el desarrollo de las plantas y los animales, mientras que los tipos de fenómenos se hacen para relacionarse con el entorno físico como los cambios de la biomasa. El Manual del Sistema Mundial de Observación (OMM-Nº. 544) y algunos de los datos Técnico de la OMM incluyen ciertos detalles acerca de las observaciones de este tipo.

3.1.5. Escalas de observación

En meteorología agrícola, se requieren observaciones sobre la macro, meso y micro escala. En las escalas más grandes se debe hacer uso de todas las observaciones locales disponibles de parámetros físicos ambientales realizadas por la red sinóptica internacional de estaciones. En la práctica, las observaciones se pueden utilizar en tiempo real en la agricultura. En los parámetros con muy poca variación espacial (como la duración de la insolación), las redes de observación de baja densidad normalmente son suficientes para fines agrícolas. La mayor parte de las actividades de planificación en el ámbito agrícola, sin embargo, requieren de datos de alta densidad.

Para el trabajo de investigación en meteorología agrícola, instrumentación estándar en condiciones ambientales estándar es a menudo útil, pero en algunos casos se requieren estaciones especiales, con un equipo especial de instrumentación y poco común (por ejemplo, la OMM, 1994a).

3.1.6. Extensión de las observaciones

La meteorología agrícola puede y debe hacer uso de todas las observaciones locales disponibles del medio ambiente, parámetros físicos, redes climatológicas e hidrológicas, incluyendo una amplia gama de datos de superficie y puntuales derivadas del análisis y las predicciones numéricas del tiempo. Esto incluye ciertos datos en altitud (al menos en las capas inferiores de hasta 3 000 m), por ejemplo, los vientos superiores (aerobiología)

y perfiles de temperatura y humedad (por los presupuestos de energía). De hecho, es deseable que en las estaciones seleccionadas se hicieran observaciones adicionales de interés más específico a la agricultura.

Las estaciones climatológicas e hidrológicas, que son a menudo más representativa de áreas agrícolas que las estaciones sinópticas, proporcionar información (cantidad de precipitación diaria, temperaturas extremas, etc.) que es útil para los propósitos de agrometeorología operativa y en la gestión de riesgos e incertidumbres. Dado que estas redes sinópticas o estaciones climatológicas e hidrológicas están restringidas en la densidad o en el tipo de observación, es deseable que sean complementados por las estaciones meteorológicas agrícolas. La red completa debe incluir todos los aspectos de las variaciones climáticas, y suelo, cada tipo de operación agrícola, horticultura, las operaciones de cría de animales, hidrobiológicos, y forestales que existen en el país.

3.1.7. Estaciones climáticas automáticas

Se hace referencia a la OMM (2001a, 2008b) Un AWS (Automatic Weather Station) se define como una estación meteorológica donde se hacen observaciones y se transmite la información de forma automática. Si es necesario, pueden ser controladas ya sea localmente o desde una estación de cómputo. La mayor parte de las variables requeridas para fines agrícolas se puede medir por la instrumentación automática. A medida que las capacidades de los sistemas automáticos se expanden, la relación de estaciones puramente está en constante aumento. La orientación con respecto al emplazamiento y la exposición, los cambios en la instrumentación, y la inspección y el mantenimiento se aplican por igual a las estaciones meteorológicas automáticas y estaciones meteorológicas dotadas de personal. Las estaciones meteorológicas automáticas se utilizan para satisfacer varias necesidades, que van desde una única ayuda para el observador en las estaciones tripuladas para completar el reemplazo de los observadores por las estaciones automáticas. Una clasificación general de estas estaciones incluye estaciones que proporcionan datos en tiempo real y aquellos que registran datos para su análisis o análisis fuera de línea no se realiza en tiempo real. Sin embargo, no es raro que, para estas dos funciones a desarrollar por el mismo AWS.

Al planificar la instalación y funcionamiento de una red de estaciones meteorológicas automáticas, es de suma importancia tener en cuenta los diversos problemas asociados con las instalaciones de mantenimiento y calibración, con su organización, y con el entrenamiento y formación de personal técnico. En general, un AWS consta de sensores instalados alrededor de una torre meteorológica alojado en escudos medioambientales correspondientes; un sistema de procesamiento central para la adquisición de datos de sensores y la conversión en formato legible por ordenador; y algunos equipos periféricos, tales como una fuente de alimentación que no se puede interrumpir.

El principio general es que una estación debe proporcionar mediciones que son, y siguen siendo, representantes de la zona circundante, cuyo tamaño depende de la necesidad de aplicación en la meteorología agrícola.

Un AWS normalmente forma parte de una red de estaciones meteorológicas y transmite sus datos o mensajes procesados a un sistema central de procesamiento de la red por varios medios de telecomunicación de datos. Los sensores con salidas eléctricas muestran derivas en el tiempo y, en consecuencia, necesitan la inspección periódica y calibración.

3.2. CONCEPTOS METEOROLÓGICOS

Agrometeorología: según el Instituto de Meteorología de la República de Cuba (INSMET), es Agrometeorología una ciencia aplicada que estudia la influencia del tiempo atmosférico y el clima sobre la productividad agrícola, la ganadería y la silvicultura.

Elemento Meteorológico: son variables atmosféricas o fenómenos (temperatura del aire, presión, viento, humedad, tormentas, nieblas, ciclones o anticiclones, etc.) que caracteriza el estado del tiempo en un lugar específico y en un tiempo dado. Las variables a considerar en este proyecto son:

- a) **Presión Atmosférica:** es el peso del aire de la atmósfera que ejerce una presión sobre la superficie de la tierra. La presión atmosférica ejerce sobre cada cuerpo, sobre cada partícula, sobre cada objeto, sobre cada superficie, cuanto más aire hay sobre una zona más alta es la presión, esto significa que la presión atmosférica cambia con la altitud. La presión barométrica también cambia con las condiciones meteorológicas locales.
- b) **Temperatura:** se define como una magnitud variable que depende de la velocidad de las moléculas del aire. Estas moléculas son el oxígeno y el nitrógeno. Esta magnitud nos permite expresar el grado de calentamiento o enfriamiento de los cuerpos. El resultado se expresa en grados centígrados (Celsius), o Fahrenheit.
- c) **Humedad Relativa:** la humedad por sí sola se refiere a la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Humedad relativa es la relación entre la masa de vapor de agua que tiene una determinada masa de aire y la que tendría si estuviese saturada en la misma temperatura. Esta relación se expresa en porcentaje.
- d) **Velocidad del viento:** es la distancia recorrida por una masa de aire en una unidad de tiempo (segundos, minutos, horas, etc.) El resultado se expresa en Km/h, m/s, etc.
- e) **Dirección del viento:** indica desde donde proviene el viento. Por ejemplo, si nos indica el Norte es que el viento va hacia el Sur. Se expresa con diferentes magnitudes (grados sexagesimales, centesimales, etc.).

Instrumentos Meteorológicos: aparato, equipo (termómetro, barómetro, higrómetro, pluviómetro, etc.) conformado por una serie de elementos, sensores para medir un sin número de variables atmosféricas (temperatura, presión, humedad, lluvia, etc.). Entre otros tenemos los siguientes:

Estación Agrometeorológica: es un lugar escogido adecuadamente para colocar los diferentes instrumentos que permiten medir las distintas variables que afectan al estado de carácter biológico en un momento y lugar determinado.

Organización Meteorológica Mundial (OMM): es un organismo especializado de las Naciones Unidas. Es su portavoz autorizado acerca del estado y el comportamiento de la atmósfera terrestre, su interacción con los océanos, el clima que produce y la distribución resultante de los recursos hídricos.

Clasificación de Estaciones Meteorológicas: de acuerdo a lo establecido por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), se clasifican de la siguiente manera:

- a) Sinópticas: dedicadas al estudio de las variables meteorológicas con el objeto de prever el tiempo a corto plazo.
- b) Climatológicas: en donde se observa el estado del tiempo acumulando datos con fines estadísticos permitiendo clasificar el clima de un lugar.
- c) Agrícolas: en donde se observa tanto el estado del tiempo como fenómenos de carácter biológico en íntima relación con la agricultura del lugar.
- d) Aeronáuticas: tienen como objeto facilitar la circulación aérea.
- e) Especiales: creadas con carácter temporal para el estudio específico de determinadas variables.

Garita o Abrigo Meteorológico: es una caseta donde se instalan los instrumentos que han de estar al aire libre, pero protegidos de la radiación solar, lluvia, etc. El aire debe circular por dicho interior.

3.3. SENSORES UTILIZADOS EN ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS.

Para la selección de sensores se debe de seguir varias recomendaciones de la Organización Mundial de la Meteorología (OMM) que serán detallados a continuación, también se recomienda investigar las empresas que comercian estaciones agrometeorológica y ver los rangos de operación necesarios que también serán mencionados.

Los primeros tipos de estaciones meteorológicas automáticas, muchas de ellas eran de exploración sensible electromecánica, estaban equipados con sensores mecánicos: termómetro bimetalico, higrómetro de cabello, barómetro de cápsula aneroide, sensor de precipitación de cangilón basculante, etc. Algunos de estos sensores todavía son de uso habitual en diseños de estaciones automáticas basados en computadoras.

En las estaciones automáticas se utilizan los siguientes sensores, clasificados por orden de prioridad:

Parámetro medido	Tipo de sensor
Temperatura	Termómetro de resistencia de platino Termistor, respuesta lineal Termistor, respuesta exponencial Termómetro bimetalico
Humedad	Célula de rocío de LICI Psicrómetro de termistor Higrómetro de cabello Higrómetro Pernix
Presión atmosférica	Cápsula aneroide Barómetro de mercurio
Velocidad del viento	Sensor de rueda de cazoleta Sensor de hélice
Dirección del viento	Veleta
Precipitación	Cangilón basculante Cámara volumétrica de válvula Balanza de pesar
Heliófila	Sensor de fotocélula Sensor de termistor
Radiación solar	Termopila
Detector de luminancia	Fotocélula
Detector de precipitación	Sensor de resistencia eléctrica Sensor de capacitancia eléctrica
Techo de nubes	Cielómetro de haz giratorio
Visibilidad	Transmisómetro Visibilímetro de retrodispersión

Tabla 1 Tipos de sensores

La fiabilidad del sensor para usar con equipo automático puede decidirse considerando dos juegos de características del sensor:

- Las características funcionales del sensor, o sea exactitud, estabilidad de las características de calibración, especificidad de respuesta y durabilidad;

- b) Los rasgos de acoplamiento al equipo automático del sensor: salida eventual o analógica, algoritmo del parámetro atmosférico al sensor, fácil intercambiabilidad, requisitos de mantenimiento módicos, requisitos de energía económicos.

3.3.1. OBSERVACIONES DEL ENTORNO FÍSICO

Los programas de observación en las estaciones meteorológicas agrícolas debe incluir observaciones de algunas variables o todas las variables que caracterizan el medio físico: la radiación solar, (sol y nubosidad), temperatura del aire y del suelo, la presión del aire, la velocidad y dirección del viento, humedad del aire y la humedad del suelo, la evaporación y la precipitación (incluyendo observaciones de granizo, rocío y la niebla). El balance hídrico, la evapotranspiración y otros flujos pueden ser deducidas de estas y otras mediciones. La precisión mínima para las distintas variables se recomienda en la OMM (2008b) como se indica en la Tabla 3.

Variable	La exactitud requiere valores diarios
Temperatura, incluyendo Max / min, bulbo húmedo y seco, el suelo	$< \pm 0.5^{\circ}\text{C}$
Lluvia	$\pm 1 \text{ mm}$
radiación solar	$10 \% (\pm 1\text{h})$
Evaporación	$\pm 1 \text{ mm}$
humedad relativa	$\pm 5\%$
Fotoperiodo	$10 \% (\pm 1\text{h})$
velocidad del viento	$\pm 0.5 \text{ ms}^{-1}$
presión del aire	$\pm 0.1 \text{ ha}$

Tabla 2 Variables recomendadas por la OMM y sus valores exactos

3.3.2. FABRICANTES DE ESTACIONES AGROMETEREOLÓGICAS Y SUS PARÁMETROS

Los rangos de medición de las variables climáticas a considerar en la Estación Meteorológica, se basan en los rangos necesarios en la actividad agrícola del sector y rangos que presentan las siguientes estaciones comerciales:

Sutron Company:

- Extremada facilidad de uso no se requiere programación
- Condiciones de humedad de 0-99 %
- Altamente modificable
- Todo el cableado ha sido probado por la empresa Sutron usando la normativa ISO 90001:2008 con los mejores estándares.
- Datos seguros en condiciones climáticas extremas (-40 C° a 60 C)

Weather Hawk:

- Temperatura -40° a + 50°
- Humedad Relativa 10% a 95%
- Presión 4,43" a 33,96" mercurio
- Dirección del Viento 0 a 352°
- Velocidad del Viento inicial 0 a 78 m/s

3.4. ENERGÍA SOLAR

En la actualidad el consumo de energía fósil en Nicaragua es costoso, además requiere de grandes inversiones en infraestructura de transporte del tendido eléctrico, lo cual hace necesaria la búsqueda de nuevas formas de generar energía eléctrica a partir de fuentes renovables, algunos ejemplos de estas son: energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, entre otras. Las energías renovables son inagotables, limpias y se pueden utilizar en forma auto gestionada.

La energía solar, es la energía radiante producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión; llega a la Tierra a través del espacio en fotones, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre.

Con una adecuada recolección de la radiación solar, se puede obtener básicamente dos resultados: calor y electricidad. El calor se logra mediante los colectores térmicos y la

electricidad a través de los llamados módulos fotovoltaicos. Entre las aplicaciones de la energía solar, se tiene: para calefacción, enfriamiento y refrigeración de recintos, evaporación y destilación, generación de energía, hornos solares y otros usos.

Energía Solar Fotovoltaica: Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente parte de la energía de la luz solar en electricidad. Las celdas fotovoltaicas, se fabrican principalmente con silicio, el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre, el mismo material semiconductor usado en las computadoras. Cuando el silicio se contamina o dopa con otros materiales de ciertas características, obtiene propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar. Los electrones son excitados por la luz y se mueven a través del silicio; este es conocido como el Efecto Fotovoltaico y produce una corriente eléctrica directa (Figura I).



Figura I Panel Fotovoltaico.

3.5. Comunicación serial

La comunicación serial es un protocolo desarrollado para la comunicación de dispositivos sencillos, ampliamente utilizado debido a la facilidad de comunicación y las ventajas en coste que representa. Hace uso de conectores de tipo DB-25, sin embargo, es común observar dispositivos con conectores de tipo DB-9, de 9 pines debido a su menor costo.

El interfaz eléctrico utiliza una conexión eléctrica asimétrica con circuitos no equilibrados, todos referenciados a tierra. Los estados lógicos son definidos por los siguientes niveles de voltaje: (Ver figura II).

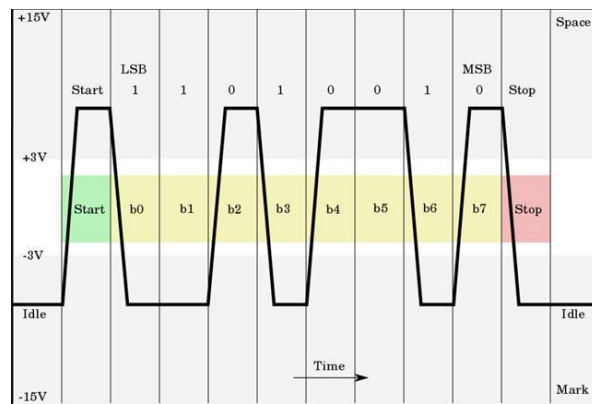


Figura II Niveles de Voltaje

Como puede observarse, el estándar considera uno lógico a todo valor de voltaje entre -5 y -12 volts, y un cero lógico a aquellos valores entre 5 y 12 volts positivos, con una zona de transición (zona de operación prohibida) de 5 a -5 volts.

La interfaz se utiliza a una razón de menos de 20Kbps para una distancia menor de 15m. En la práctica se pueden exceder estos límites utilizando cables de baja capacidad en entornos eléctricamente poco ruidosos. El protocolo RS-232 normal en el conector tipo DB-9 utilizado en esta práctica es el siguiente:

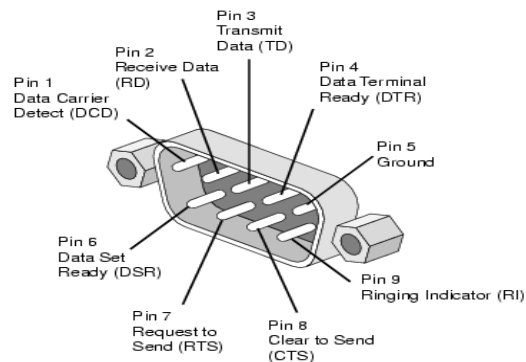


Figura III Conector DB-9

La transferencia de información binaria básicamente se da en dos formas: la paralela y serial. La comunicación paralela transmite todos los bits de un dato de manera simultánea, por lo tanto la velocidad de transferencia es rápida; sin embargo tiene la desventaja de utilizar una gran cantidad de líneas volviéndolo más costoso y además

tiende a atenuarse a grandes distancias debido a la capacitancia entre conductores, así como a sus parámetros distribuidos. Por otra parte la comunicación serial transmite bit por bit la información por lo que más lenta, pero con la ventaja que utiliza menos hilos y puede extenderse a mayores distancias.

Existen dos tipos de comunicaciones seriales: síncrona y asíncrona. En la comunicación serial síncrona, se utiliza una línea sobre la cual se transmitirán los datos y adicionalmente se necesita de una línea que contendrá los pulsos de reloj que indicaran cuando un dato es válido; como ejemplos de este tipo se tiene: I2C, ONE WIRE, SPI. En la comunicación serial asincrónico no es necesario los pulsos de reloj, la duración de cada bit está determinada por la velocidad con la cual se realiza la transferencia de datos.

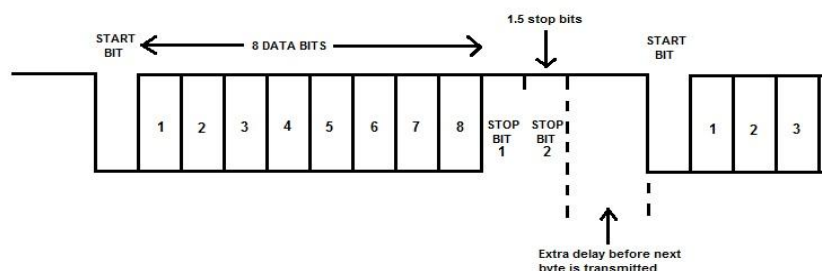


Figura IV Envío de datos del puerto Rs-232C

Normalmente cuando no se realiza ninguna transferencia de datos, la línea del transmisor se encuentra en estado idle, quiere decir en estado alto. (Figura, IV) En los microcontroladores para representar un 0 lógico se trabaja con voltajes inferiores a 0.8 v, y para un 1 lógico con voltajes mayores a 2.0 v. En general cuando se trabaja con familias TTL y CMOS se asume que un “0” lógico es igual a cero voltios y un “1” lógico es igual a cinco voltios. La importancia de conocer esta norma, radica en los niveles de voltaje que maneja el puerto serial del ordenador, por ello son diferentes a los que utilizan el micro controladores y los demás circuitos integrados. Por lo tanto se necesita de una interface que haga posible la conversión de los niveles de voltaje a los estándares manejados por los C.I. y TTL para que sean compatibles.

Los modos de transmisión se clasifican en los siguientes:

- Simplex: la transmisión se realiza en un solo sentido, es decir ya sea solo para transmitir o solo para recibir, pero no ambos.
- Half-duplex: transmiten ambos equipos pero no simultáneamente. Los equipos se alternan en la transmisión, uno transmite mientras el otro recibe.
- Full-dúplex: la transmisión puede ocurrir en ambos sentidos y al mismo tiempo, ambos equipos transmiten simultáneamente. Para ello se requieren dos líneas independientes, transmisión y recepción; la línea de transmisión de un equipo se conecta a la entrada de recepción del otro y viceversa. Los puertos serial del PC son capaces de utilizar este modo.

3.6. Modelo TCP/ IP

Modelo TCP/IP: son un conjunto de protocolos que se encargan del envío, transporte, detección de errores, y direccionamiento de información a través de una red Ethernet. (Cisco, 2004).

El modelo TCP/IP se divide en cuatro capas, cada una tiene un conjunto de responsabilidades específicas:

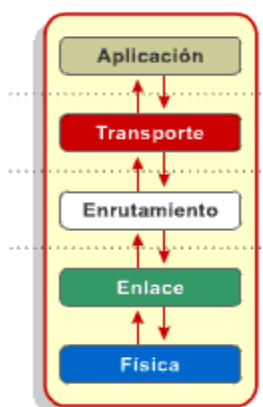


Figura V Modelo de capa OSI.

Los protocolos de capa de aplicación de TCP/IP más conocidos son aquellos que proporcionan intercambio de la información del usuario. Estos protocolos especifican la información de control y formato necesaria para muchas de las funciones de comunicación de internet más comunes. Algunos de los protocolos TCP/IP son:

- El protocolo Servicio de nombres de dominio, Domain Name Service se utiliza para resolver nombres de Internet en direcciones IP.
- El protocolo de transferencia de hipertexto, Hypertext Transfer Protocol se utiliza transferir archivos que forman las páginas web de la World Wide Web.
- El Protocolo simple de transferencia correo se utiliza para transferencia de mensaje de correo y adjuntos.
- Telnet, un protocolo de emulación terminal, se utiliza para proporcionar acceso remoto a servidores ya a dispositivos de red.
- El protocolo de transferencia de archivos, File Transfer Protocol se utiliza para la transferencia interactiva de archivo entre el sistema.

(Cisco, 2004)

3.7. Enlaces punto a punto

Los enlaces punto a punto son un elemento estándar de la infraestructura inalámbrica. A nivel de topología estos pueden pertenecer a una topología de estrella, de una simple línea entre dos puntos u otra topología. Un enlace punto a punto puede establecerse en modo ad hoc o infraestructura (Figura VI).

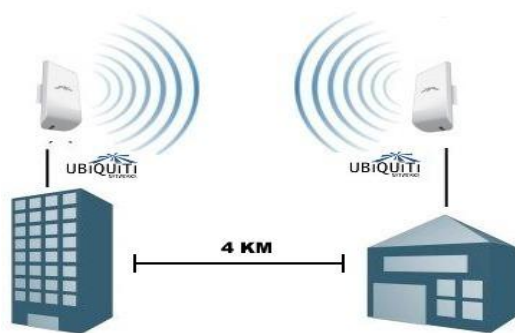


Figura VI Radio enlace IP-Ethernet

Los enlaces Punto a Punto se utilizan para comunicar dos nodos entre sí de forma inalámbrica, a larga o corta distancia. Con la tecnología Ubiquiti, podemos realizar enlaces punto a punto de forma fácil, teniendo en cuenta los factores de:

- Ancho de banda a transportar: Es muy importante ya que con éste ítem se puede definir el tamaño del canal, el alcance y calidad del enlace
- Línea de Vista: Se debe tener una buena altura de los equipos.
- Distancia del enlace: Nos define la cantidad de potencia de los equipos para una efectiva transmisión del equipo, además, nos indica que equipo podemos comprar y ahorrar en gastos.
- Frecuencia a transmitir: Se debe tener claridad que frecuencia del espectro está disponible para la transmisión y que esta es la base para un buen enlace.

3.8. LABVIEW

LabVIEW es el acrónimo de Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. Es un lenguaje y a la vez un entorno de programación gráfica en el que se pueden crear aplicaciones de una forma rápida y sencilla. National Instruments es la empresa desarrolladora y propietaria de LabVIEW, comenzó en 1976 Austin, Texas y sus primeros productos eran dispositivos para el bus de instrumentación GPIB. (Vizcaíno, 2012)

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan Instrumentos Virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación

convencionales. Los VIs tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros VI.

3.9. NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA)

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) es una agencia que enriquece la vida a través de la ciencia. Nuestro alcance va desde la superficie del sol hasta las profundidades del mar, mientras trabajamos para mantener a los ciudadanos informados de los cambios del entorno que les rodea.

A partir de las previsiones meteorológicas diarias, advertencias de tormentas severas y vigilancia del clima a la gestión pesquera, la restauración costera y apoyar el comercio marítimo, los productos y servicios de la NOAA apoyan la vitalidad económica y afectan a más de un tercio del producto interno bruto de Estados Unidos. Científicos dedicados de NOAA utilizan la investigación de vanguardia y la instrumentación de alta tecnología para ofrecer a los ciudadanos, planificadores, gestores de emergencia y otros tomadores de decisiones con información confiable que necesitan cuando lo necesitan.

3.9.1. NOAA-POES

Los satélites climatológicos de órbita polar (Polar Operational Environmental Satellite, POES) de baja órbita de NOAA fueron lanzados entre 1998 y 2009. Estos son mostrados en la Tabla 3.

Nombre	Año de Lanzamiento	Altura (km)	Período (min)	Frecuencia Actual (MHz)
NOAA-15	1998	807	101	137.6200
NOAA-17	2002	824	101	137.5000
NOAA-18	2005	854	102	137.9125
NOAA-19	2009	870	102	137.1000

Tabla 3 Datos básicos de los satélites NOAA-POES.

Cada uno de estos satélites circula verticalmente la Tierra unas 14 veces por día, de las cuales entre 2 o 3 pasa cerca de nuestro país.

3.9.2. TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA DE IMÁGENES (APT)

Es un sistema de transmisión analógica de imágenes, el cual es utilizado por los satélites climáticos en todo el mundo, fue introducido en la década de los 60 y se sigue utilizando debido a que provee imágenes a un costo relativamente bajo tanto de recursos energéticos del satélite como para la estación meteorológica.

La data APT es transmitida continuamente como una señal análoga, usando modulación de amplitud de una sub-portadora de 2.4 KHz. Una nueva línea de data es transmitida cada medio segundo, conteniendo una línea de imagen desde dos canales AVHRR. En la figura 1 se ve la recepción de cada trama de imagen, los patrones de sincronización se muestran en las líneas negras verticales a la izquierda de cada imagen, mientras la data de telemetría se indica como escala de grises a los costados, soportando la calibración y alguna otra información. Cualquiera de los dos canales AVHRR puede ser seleccionado por la estación en tierra para la disseminación. Un canal VIS (Video A) utilizado para entregar imagen APT visible durante el día y un canal infrarrojo IR (Video B) usado constantemente (día y noche). Un segundo canal infrarrojo puede ser reasignado para reemplazar el canal visible durante las porciones de noche de la órbita. (Figura VII)

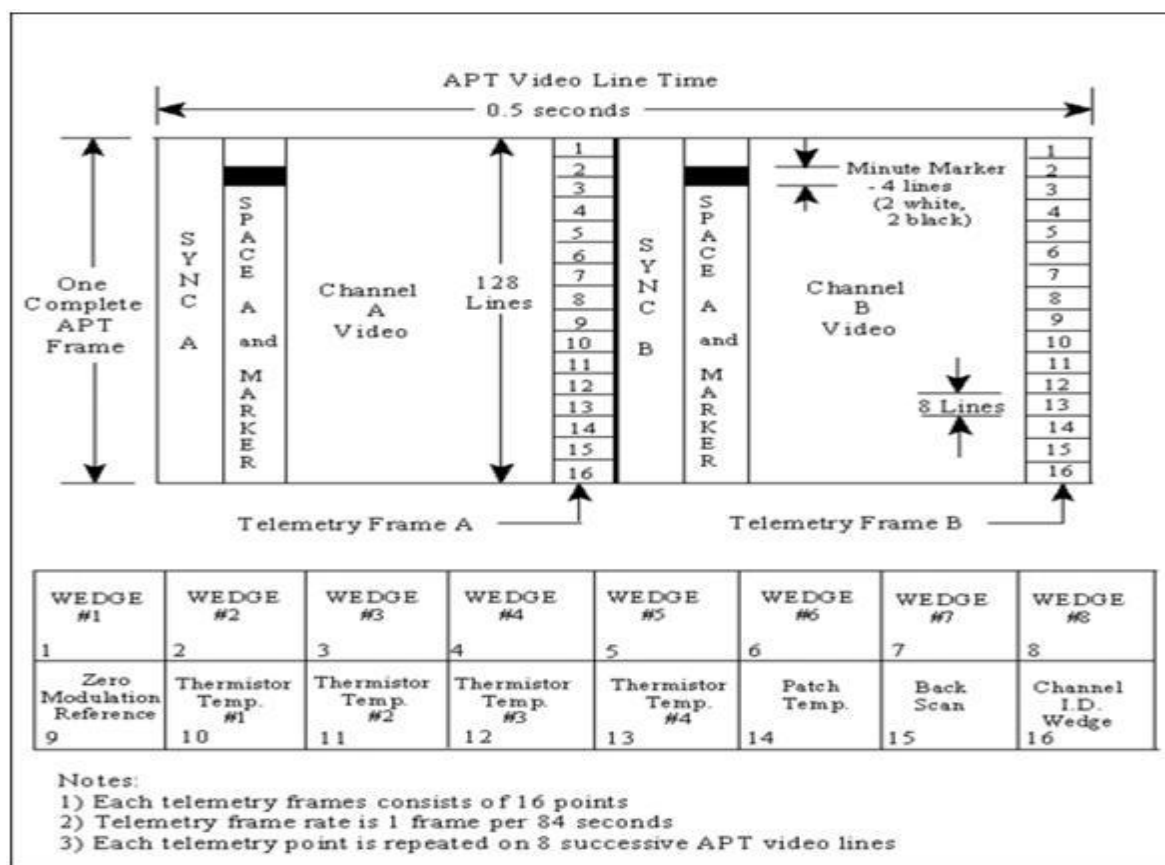


Figura VII Automatic Picture Transmissions- Telemetric

La modulación máxima de la sub-portadora se define como la amplitud del WEDGE #8 de la escala de grises, produciendo un índice de modulación del 87% \pm 5% (sin exceder el 92%). Los datos provenientes de los sensores de imágenes se usan para modular en amplitud dicha sub-portadora de 2.4KHz, que luego es usada para modular en frecuencia una portadora en VHF de 137.x MHz. La desviación de FM es de 17KHz y usando la regla del ancho de banda de Carson podemos determinar el de este canal con la siguiente formula:

$$BW = 2 * (17 + 2.4) \text{ KHz} = 38.8 \text{ KHz}$$

Ecuación 1 Cálculo del ancho de banda.

Se recomienda un ancho de banda total para contrarrestar cualquier otra desviación de frecuencia debido al efecto doppler que ocurre por el movimiento relativo que presenta el

satélite con respecto al punto de recepción. En la Tabla 4 se reúnen las características más básicas de la transmisión APT de los satélites NOAA-POES.

Velocidad de Líneas	120 líneas/min
Canales de Datos	2 transmitidos 6 disponibles
Resolución de Datos	4.0 km
Modulación de Portadora	2.4 KHz AM sub-portadora en portadora FM
Frecuencia del Transmisor (MHz)	137.100; 137.620 ; 137.9125
Potencia del Transmisor (EOL)	5 W (37dBm)
Potencia Radiada (dBm, con un HPBW de 63 grados)	36.7
Polarización	Circular a Derechas

Tabla 4 Características de la transmisión APT

Estos datos son transmitidos en líneas tomográficas horizontales. Una línea completa es de 2080 pixeles de largo, tomando 909 pixeles para cada imagen y los pixeles que sobran son para telemetría y sincronización. Las líneas son transmitidas a 2 por segundo, lo que es igual a 4160 Baud. La Tabla 5 resume estos datos:

Tramas	
Velocidad	1 trama/64 seg
Longitud	128 líneas
Parámetros de Líneas	
Velocidad	2 líneas/seg
Número de palabras	2080
Número de canales detectores	2
Número de palabras/canal detector	909
Formato de sincronización de líneas	Ver Figura 2 y Figura 3
Parámetros de Palabras	
Velocidad	4160 palabras/seg
Precisión de conversión digital a análoga	8 MSB de cada palabra de 10 bits

Tabla 5 Parámetros de APT.

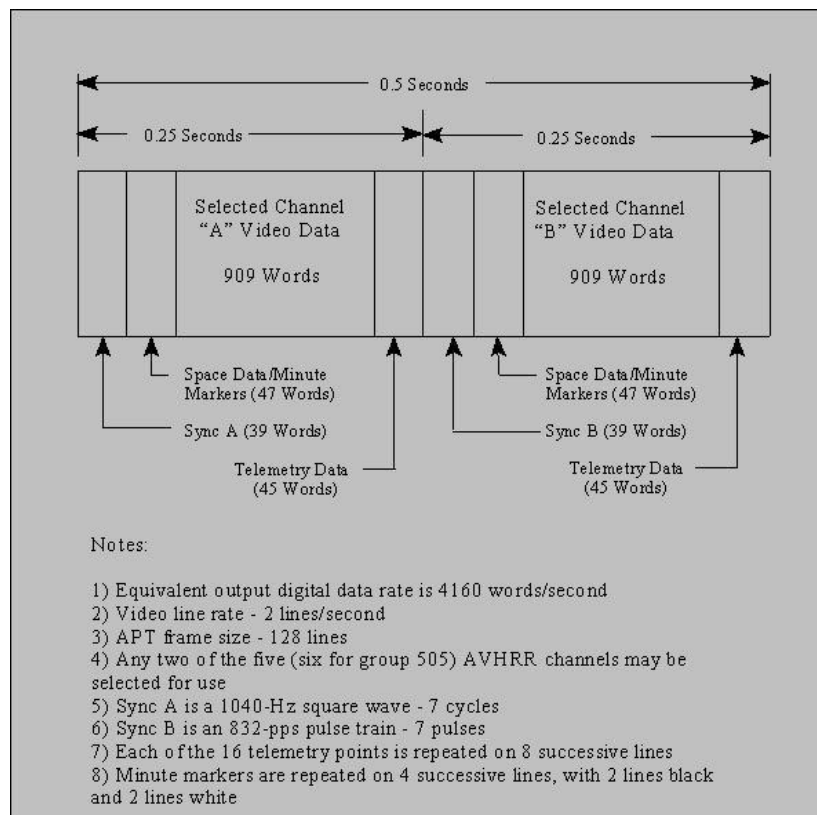


Figura VIII Formato de líneas de video APT.

3.9.3. ANTENA DOBLE CROSS ARRAY



Figura IX Antena Doble Cross Array

La antena tipo Double Cross mostrada en la figura IX, es un nuevo tipo de antena para la comunicación de satélites meteorológicos de órbita polar de la NOAA, este posee un diagrama de radiación con área de cobertura de media esfera, el cual logra un mejor seguimiento del satélite.

Esta antena debe cumplir con las características de recepción satelital en donde la polarización de la antena y la frecuencia de trabajo son los parámetros más importantes para el correcto funcionamiento de esta. Lo que se alcanza con la DCA es mejorar la recepción satelital para los ángulos bajos de igual forma con respecto al horizonte, esto aumenta el área de observación en la tierra. Con esta antena se busca llegar a la máxima recepción posible con respecto al sur es decir latitud. La construcción de dicha antena es muy simple ya que consta de cuatro dipolos de media longitud de onda conectados de forma tal que permita un diagrama de radiación isotrópico. Así mismo, es necesario entender la teoría de los dipolos y las configuraciones de dipolos que generan esta antena.

El concepto de la DCA es cuatro dipolos alimentados de una forma que hace que la antena presente una polarización circular y genere un diagrama de radiación ideal para la recepción del satélite.

Como es de saber los satélites POES de la NOAA trabajan en el rango de frecuencia de 137 a 138 MHz por lo que la longitud de media onda debe ser calculado para una frecuencia de 137.5 MHz, esto da como resultado que la longitud de onda teórica sea de 1.09 metros. Para comprender un poco más las DCA es necesario comprender las antenas que anteceden a la misma, ya que la teoría de la DCA está muy ligada al dipolo simple y a la antena de dipolos cruzados. El dipolo simple de longitud de media onda, es la antena más elemental de todas. El dipolo simple no sirve para la recepción satelital ya que no presenta una polarización circular, con un solo dipolo se puede conseguir únicamente una polarización en un solo plano del espacio (horizontal, vertical o diagonal)

Al comprender que es imposible con el uso de un solo dipolo recibir una señal polarizada circularmente, por lo que fue necesario pensar cómo solucionar dicho problema. Para poder conseguir la polarización necesaria se utilizan dos dipolos cruzado a 90° y separados a una longitud de un cuarto de longitud de onda. Puede ser posible que exista una cantidad de nulos hacia una dirección pero esto se puede arreglar moviendo la antena o cambiando un poco el ángulo entre ellos.

Como los dipolos se encuentran en el mismo plano y están alimentados linealmente haciendo posible que presenten las mismas condiciones. En la ilustración A se observará de diferentes planos como este arreglo de dipolos genera una polarización circular.

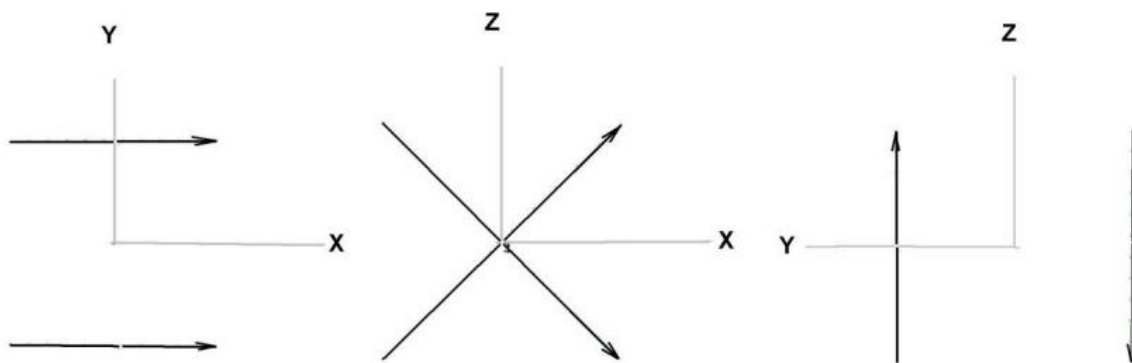
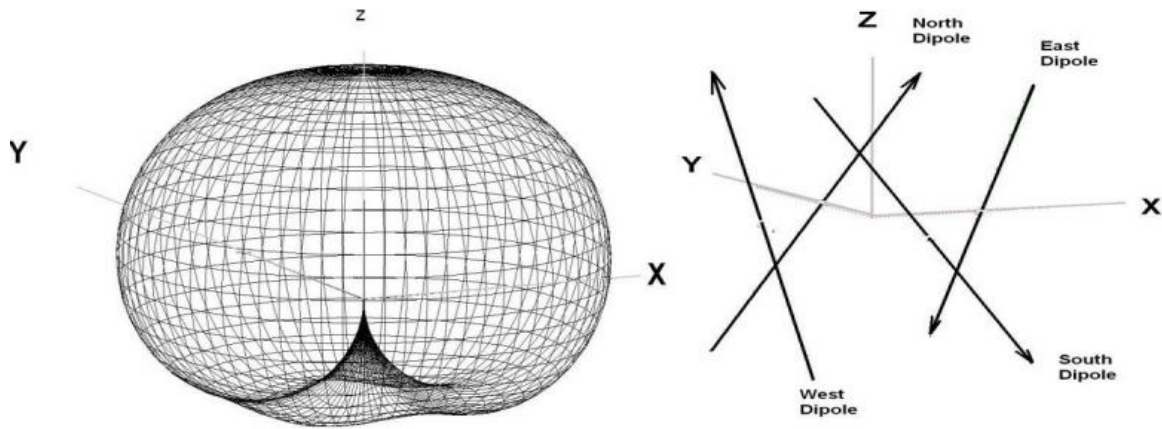


Ilustración A Alimentación de los dipolos en los planos

Al observar desde arriba los dos dipolos se encuentran en fase; al observar del plano Y son un radiador ideal de polarización circular; en el plano X se puede decir que los dipolos se encuentran desfasados, lo que resulta en que ellos se cancelen entre sí. Ya que el objetivo de esta antena es recibir la señal satelital, la antena es colocada a una buena altura para que se reciba la mayor cantidad de información. Es muy importante saber que la señal en el Cenit es veinte veces más potente que en el horizonte, por eso es necesario tener una mayor ganancia en los ángulos bajos con respecto a la salida del satélite, siendo este el punto más cercano a la estación meteorológica.

Usando todo los análisis previos se entiende que esta antena puede ser mejorada ya que presenta nulos en las partes laterales y un lóbulo que está apuntando al suelo el cual no es necesario tenerlo, por lo que se deberá diseñar una antena la cual presente su diagrama de radiación donde la mayoría de nulos se encuentren por debajo de la antena. Pensando en esto se ha diseñado una nueva antena la DCA que tenga mejor desempeño y no requiera ser movida ya que será completamente isotrópica (Observar ilustración B).



Patrón de radiación isotrópico y posición de los dipolos espaciados a un cuarto de longitud de onda.

Ilustración B Patrón de radiación isotrópico.

En cuanto a la polarización de los dipolos serán analizados en referencia a los puntos cardinales Norte, Sur, Este y Oeste. La primera pareja de dipolos o la antena de dipolos cruzados NORTE-SUR presentarán la misma polaridad y fase, mientras que la pareja ESTE-OESTE se encontraran desfasadas en 90° . Para entender mejor el comportamiento y la polarización de esta antena se observaran diferentes planos de la misma en donde se aprecia la polarización circular. (Observar Ilustración C)

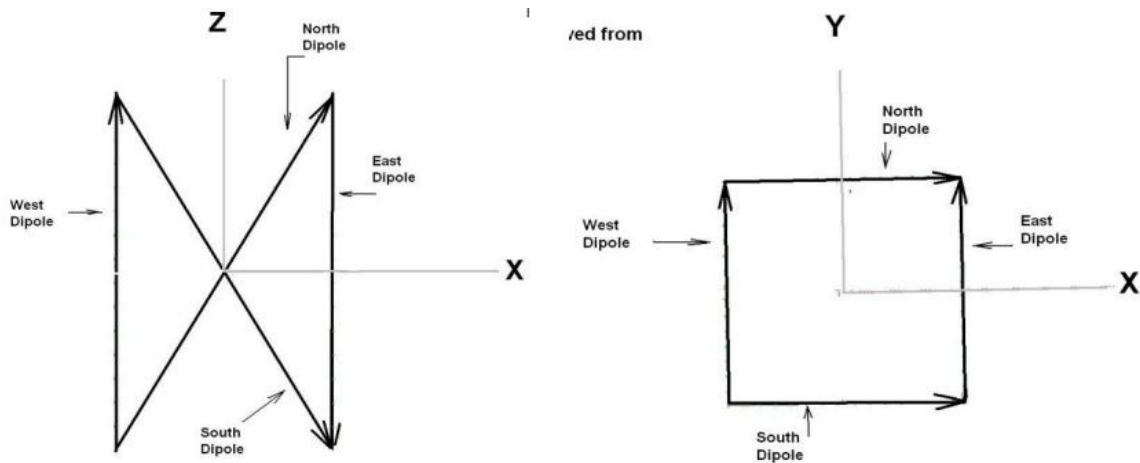


Ilustración C Polarización Circula de Antena

Los dipolos este y oeste se encuentran desfasados en 90° y la polarización que presenta la antena es circular, es necesario saber que ángulos tendrán los dipolos entre ellos, de esta manera se podrá determinar la impedancia de línea de la antena que como ya fue comentado es una propiedad que se tiene que tener muy en cuenta al momento de diseñar antenas.

3.9.3.1. Desfasamiento de los dipolos

Al constar de cuatro dipolos es necesario el uso de un cable coaxial para realizar las conexiones entre ellos y el receptor, estos dipolos presentan una particularidad ya que dos de estos deben estar desfasados en 90° con respecto a la otra pareja, el desfasaje de 90° se logra haciendo una pareja de dipolos estén conectados a una línea de un cuarto de longitud de onda mayor a la otra pareja.

Como parte fundamental del diseño siempre se buscará cortar el cable coaxial en múltiplos de media longitud de onda pero no en el vacío sino en relación a la velocidad que posee la luz en el cable, tratando así tener el menor desfasaje posible y el mejor acople en la línea de transmisión desde la antena hasta el receptor.

$$L_{\text{cable coaxial}} = \frac{C \cdot \text{factor de velocidad (coaxial)}}{\text{Frecuencia de trabajo}} \cdot n \text{ metros}$$

Ecuación 2 Cálculo de la longitud de onda del cable.

$L_{\text{Cable Coaxial}}$ = Longitud a la que se tiene que cortar el coaxial

C = Velocidad de la luz

n = número entero

Factor de velocidad = en dependencia de las especificaciones del cable coaxial.

Los dipolos pueden ser señalados como Norte, Sur, Este y Oeste, lo cual sirve para identificar las posiciones de los mismos, ya que los dipolos de la pareja NORTE-SUR son los que están conectados a una línea coaxial de una longitud de media onda en el medio de propagación en cambio los dipolos pares ESTE-OESTE se encontraran conectados a una línea de transmisión coaxial presentando un mayor tamaño, equivalente

a la media longitud de onda para ser exacto treinta y seis centímetros (un cuarto de longitud de onda). Siempre el par ESTE-OESTE será un cuarto de longitud de onda mayor para conseguir así el desfase de 90°. Esto se realiza con el uso de la formula mostrada a continuación que es elemental en el uso de la transmisión.

$$\Delta L = \frac{C \cdot 0,66}{137,5 \text{ mhz}} \times \frac{1}{4} m = 36 \text{ cm}$$

Ecuación 3 Formula de desfaseamiento.

Donde el valor de 0,66 es el factor de velocidad que tiene un cable coaxial RG-59 y el RG-174 los cuales son los usados para el ensamblaje de la antena.

3.10. PÁGINA WEB

Una página Web es un documento electrónico que forma parte de la World Wide Web generalmente construido en el lenguaje Hyper Text Language o Lenguaje de Marcado de Hipertexto o en eXtensible Marcado de hipertexto Extensible. Para visualizar una Página web es necesario el uso de un Browser o navegador. (Europea, 2016)

3.11. MICROSOFT® SQL SERVER™

Microsoft® SQL Server™ (Figura X) es un sistema de administración y análisis de bases de datos relacionales de Microsoft para soluciones de comercio electrónico, línea de negocio y almacenamiento de datos. (Microsoft, 2015)

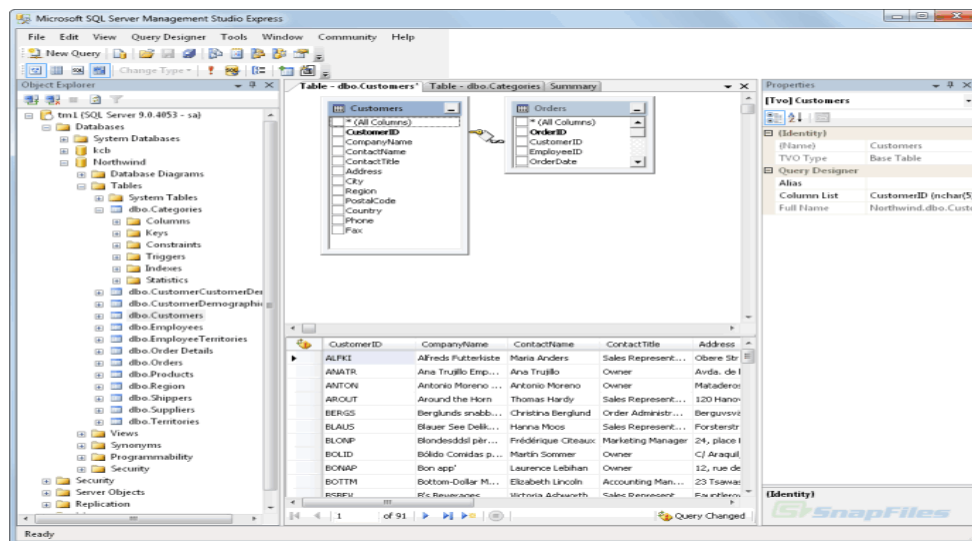


Figura X Diagrama de conexión SQL Server

3.12. VISUAL STUDIO

Visual Studio es un completo entorno de desarrollo integrado para crear aplicaciones espectaculares para Windows, Android e IOS, además de aplicaciones web y servicios de nube innovadores. (Visual Studio, 2016)

El lenguaje de programación de Visual Basic, facilita la realización de tareas complejas en poco tiempo. Las sintaxis que utiliza este lenguaje de programación proviene del conocido BASIC, pero completada con comandos y códigos de otros lenguajes más modernos. Este lenguaje de programación Visual Basic tiene un apartado dedicado a la Programación Orientada a Objetos (Figura XI).

```

50     <!-- Banner -->
51     <section id="banner">
52
53         <!--
54         ".inner" is set up as an inline-block so it automatically expands
55         in both directions to fit whatever's inside it. This means it won't
56         automatically wrap lines, so be sure to use line breaks where
57         appropriate (<br />).
58         -->
59         <div class="inner">
60
61             <header>
62                 <h2>Editado con Visual Studio Code</h2>
63             </header>
64             <p>This is <strong>Twenty</strong>, a free
65             <br />
66             responsive template
67             <br />
68             by <a href="http://html5up.net">HTML5 UP</a>.</p>
69             <footer>
70                 <ul class="buttons vertical">
71                     <li><a href="#main" class="button fit scrolly">Tell Me More</a></li>
72                 </ul>
73             </footer>
74
75         </div>
76
77     </section>
78
79     <!-- Main -->
80     <article id="main">
81
82         <header class="special container">

```

Figura XI Código HTML

3.13. ELEMENTOS Y MATERIALES

3.13.1. MICROCONTROLADOR PIC16F877A

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración, en cuyo interior posee toda la arquitectura en forma limitada de un computador; CPU, memorias RAM, EEPROM, y circuitos de entrada/salida.

Entre las ventajas de un micro controlador se tiene: sencillez de manejo, precio accesible, elevada velocidad de funcionamiento, herramientas de desarrollo económicas y fáciles de utilizar, diseño y programación rápida y eficaz, variedad de modelos, aumento de prestaciones, aumento de la fiabilidad, reducción del tamaño en el producto final y mayor flexibilidad.

Las aplicaciones de micro controladores se limita a los diseñadores, la aplicación en los diferentes sectores en la actualidad se muestra en la (Figura XII):

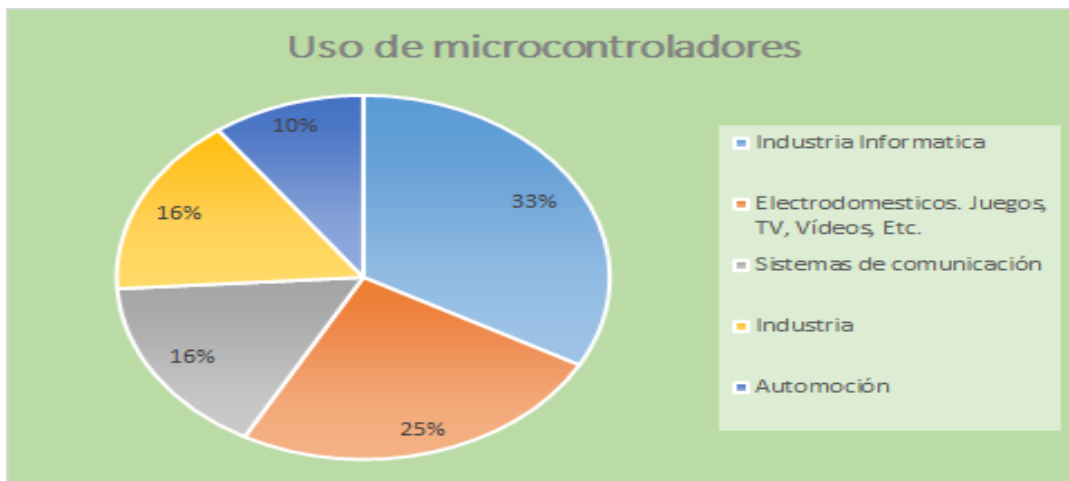


Figura XII Reparto del uso del micro controlador en las diferentes áreas de difusión.

Para nuestro propósito se utilizó el PIC 16F877A, porque cumple con las características necesarias para nuestro proyecto. Este micro controlador posee una resolución de 8 bits, 8 canales convertidores analógico-digital (ADC) de 10 bits y es de bajo consumo energético (Ver Figura XIII).

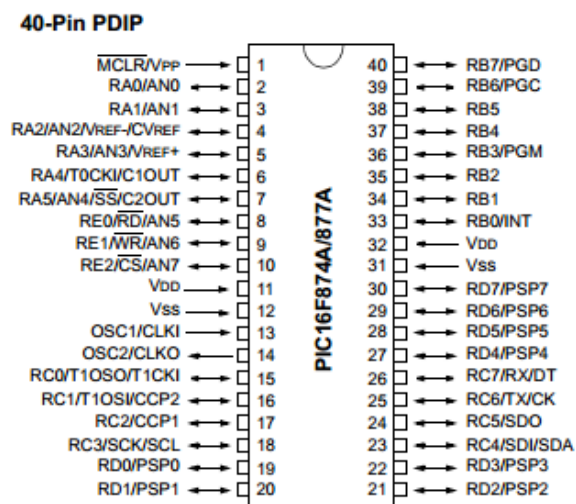


Figura XIII Microcontrolador 16F877A

Los PIC 16F873A/876A son dispositivos que estas disponibles sólo en encapsulado de 28- pines, mientras que los PIC 16F874A/877A son dispositivos que están disponibles en encapsulados de 40 pines y 44 pines. Todos los dispositivos de la familia PIC16F87XA

comparte la arquitectura como un común denominador, pero tienen las siguientes diferencias:

- Los PIC16F873A y PIC16F874A tienen la mitad de memoria que los chip PIC16F876A y el PIC16F877A.
- Los dispositivos de 28 pines tienen tres puertos I/O, mientras que los que tienen 40 y 44 pines tienen cinco.
- Los dispositivos de 28 pines tienen cuatro interrupciones, mientras que los que tienen 40 y 44 pines tienen cinco.
- Los dispositivos de 28 pines tienen cuatro interrupciones, mientras que los que tienen 40 y 44 pines tienen cinco.
- Los dispositivos de 28 pines tienen cinco canales de entrada A/D, mientras que los que tienen 40 y 44 pines tienen ocho.
- El puerto paralelo Esclavo está implementando solo en dispositivos de 40/44 pines.

PIC16F87XA CARACTERISTICAS DE LOS DISPOSITIVOS				
Key features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operationg Frequency	DC- 20Mhz	DC- 20Mhz	DC- 20Mhz	DC- 20Mhz
Resets (and Delays)	POR, BOR(PWRT, OST)	POR, BOR(PWRT, OST)	POR, BOR(PWRT, OST)	POR, BOR(PWRT, OST)
Flash Program Memory	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Comunications	MSSP,USART	MSSP,USART	MSSP,USART	MSSP,USART
Parallel Comunications	-	PSP	-	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels

Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN

Tabla 6 Características de los pics

3.13.2. CONVERSOR DE RS232 A ETHERNET

WIZ107SR es un módulo de la puerta de enlace que convierte el protocolo serie (RS-232) en el protocolo TCP / IP. Este dispositivo permite la gestión y el control de un de un dispositivo serial a través de la red TCP / IP remota.

WIZ107SR incorpora la mayor parte de los protocolos TCP / IP tales como TCP, UDP, IP, ARP, ICMP, IGMP y MAC Ethernet. El chipset Posee velocidades de 10Mbps y 100Mbps son todos apoyada en un conector RJ-45 que está montado en la placa de WIZ107SR. Posee el puerto serie de 12 pines que cuenta con la especificación del estándar RS-232. Es alimentado por una fuente de alimentación de Corriente Continua de 3,3 V con un suministro de corriente máxima de 250 mA. (Ver información detalla en Anexo A.5)

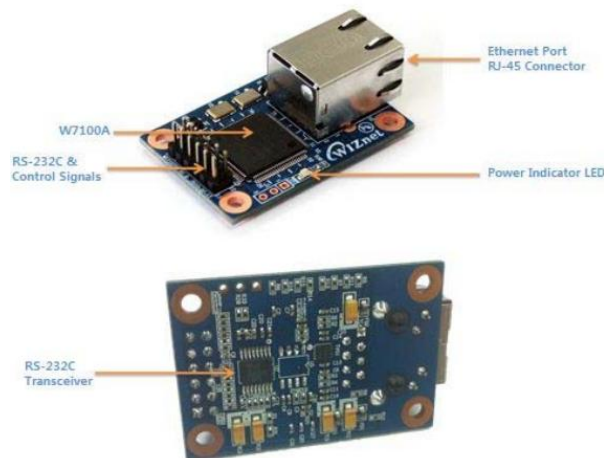


Figura XIV Modulo WIZ107SR

3.13.3. SENSORES

Se mostraran los sensores utilizados en este proyecto, además se proporcionara información sobre su funcionamiento y aplicaciones. Un sensor es un dispositivo que detecta variaciones de: humedad, presión, aceleración, temperatura, fuerza, distancia, intensidad de luz, etc.

Actualmente existen diferentes clasificaciones de sensores, siendo los más importantes los siguientes: formato digital y formato analógico. En los sensores digitales la señal solo puede tener un número finito de valores dentro de un rango, es decir, que la función varia de forma discreta. En los sensores analógicos la señal puede tomar un número infinito de valores dentro de un rango. Normalmente presentan problemas relacionados con la presencia de ruido interferencia y distorsión. Se denomina sensor a todo elemento que es capaz de transformar señales físicas a señales eléctricas.

3.13.3.1. Sensor Digital de temperatura DS1620

El DS1620 (Figura XV), es un Termómetro Digital y Termostato fabricado por Dallas Semiconductor que proporciona 9 bits para leer la temperatura. Con tres terminales de salida que provee alarma de temperatura, el DS1620 puede actuar también como un termostato,

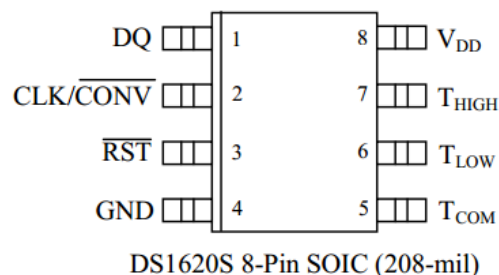


Figura XV Diagrama de pines DS1620S

THIGH, se activa (1 lógico) si la temperatura del DS1620 es mayor o igual a una temperatura TH definido por el usuario. TLOW se activa (1 lógico) si la temperatura del DS1620 es menor o igual a una temperatura TL definido por el usuario. TCOM se activa

(1 lógico) cuando la temperatura excede TH y permanece en alto hasta que la temperatura desciende debajo de TL.

3.13.3.1.1. Diagrama de bloque

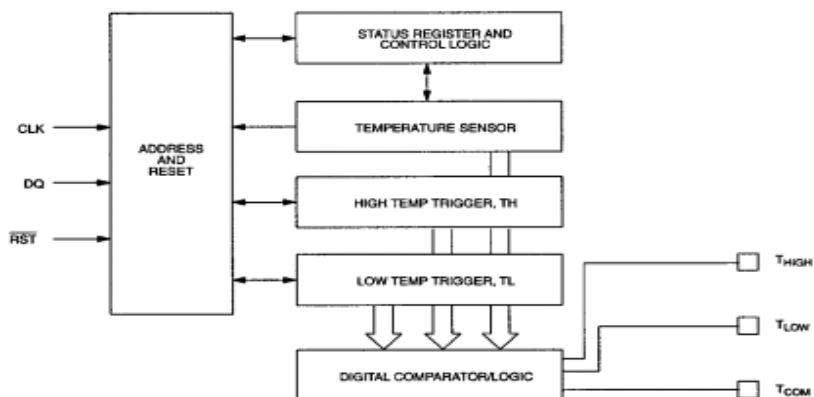


Figura XVI Comportamiento del DS1620S.

El DS1620 mide usando un sensor de temperatura basado en la banda prohibida. La lectura de temperatura se proporciona en 9 bits, 2 de estos bits se complementan con la lectura del emisor y se envía el comando de lectura de la temperatura. Los datos se transmiten en serie a través de la interfaz de 3 cables, iniciando por el bit menos significativo primero. El DS1620 puede medir temperatura en el rango de -55°C a 125° C en 0,5° incrementos C. Para el uso Fahrenheit, use el factor de conversión definido en la hoja del fabricante.

Para resoluciones de 0.1 °C, se pueden obtener mediante la aplicación de una fórmula y lectura de datos del DS 1620. Para esto es necesario leer la temperatura TEMP_READ, el valor de salida en el contador COUNT_REMAIN con el uso del comando READ COUNTER, el número de conteo por grado centígrado COUNT_PER_C usando el comando READ SLOPE. La temperatura actual puede ser calculada por la siguiente formula:

$$Temperatura = temperatura\ leida - 0.25 + \frac{COUNT\ PER\ C - COUNT\ REMAIN}{COUNT\ PER\ C}$$

Ecuación 4 Formula para calcular la temperatura

*(Ver información detalla en Anexo A.2)

3.13.3.2. Sensor de presión MPX4115A



Figura XVII Sensor de presión MPX4115A.

El MPX4115 (Figura XVII) está diseñado para detectar la presión de aire absoluta en un altímetro o barómetro (BAP) para sus aplicaciones. El sensor fabricado por Freescale integra un chip, con circuitos bipolares a un amplificador operacional y redes de resistencias de película delgada para proporcionar un nivel alto de señal en la salida analógica y la compensación de temperatura. El factor de forma pequeño y alta fiabilidad de la integración en el chip hace que el sensor Freescale BAP sea una opción lógica y económica para los diseñadores de aplicaciones. (Ver información detalla en Anexo A.2)

3.13.3.2.1. Características

- 1,5% de error máximo por encima de 0 ° a 85 °
- Es ideal para el microprocesador o microcontrolador basado en Sistemas
- Disponible en absoluto, diferencial y Configuraciones Gauge
- Construido con elementos de larga duración

Ecuación de la función de transferencia en el sensor.

$$V_{out} = V_s * (.009 * P - 0.95) \pm (\text{pressure Error.Factor} \times 0.009 \times V_s)$$

$$V_s = 5.1V_{dc} \pm 0.25V_{dc}$$

Ecuación 5 Función de transferencia del

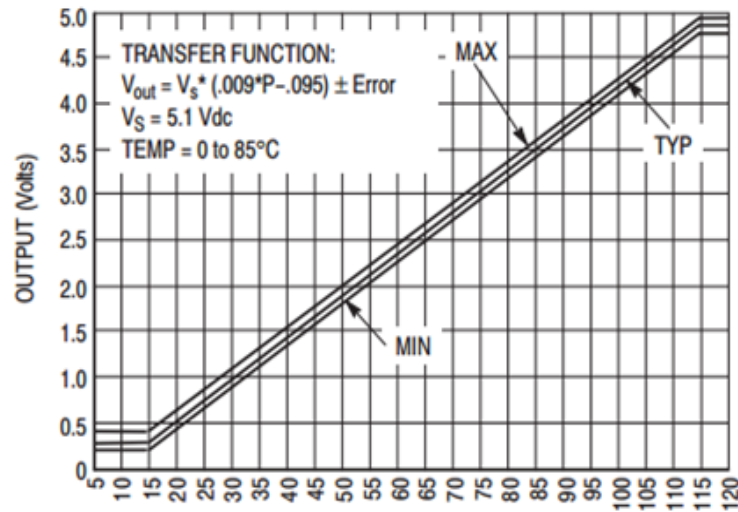


Figura XVIII Función de Transferencia entre voltaje y presión.

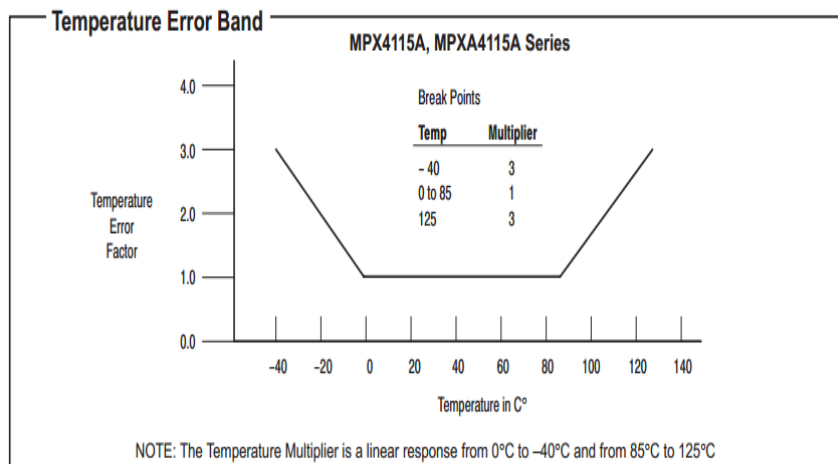


Figura XIX Banda de error de la temperatura.

3.13.3.3. Honeywell HIH-4000-001



Figura XX Sensor de humedad HIH-4000-001.

El sensor de Humedad HIH-4000-001 está diseñado para equipos de alta precisión. Se puede conectar directamente a un controlador u otro dispositivo esto es posible por el tipo de salida conocida como tensión lineal. Este sensor consume una corriente de 200 μ A, la serie HIH-4000 es a menudo ideal por su bajo consumo de amperaje, para ser operado con batería. Los datos de calibración del sensor individual están disponibles en la hoja del fabricante. La serie HIH-4000-0001 ofrece un alto rendimiento de HR (Humedad Relativa). (Ver información detallada en Anexo A.2)

3.13.3.3.1. Características

- Carcasa de plástico termoestable moldeado
- Salida de tensión lineal vs% RH
- Una mayor precisión y respuesta rápida
- Tiempo de respuesta rápido
- Estable, en el rendimiento baja deriva

3.13.3.3.2. Formula de compensación temperatura

$$True Rh = Sensor RH / (1.0305 + 0.000044T - 0.0000011T^2) \text{ En } ^\circ C$$

$$(True Rh = Sensor RH / (0.9237 - 0.0041T + 0.000040T^2) \text{ T En } ^\circ F)$$

Ecuación 6 Formulas de compensación

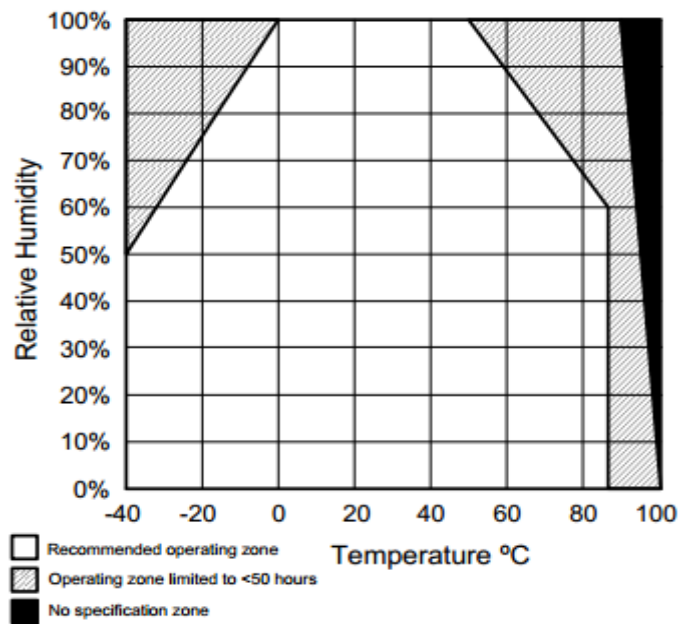


Figura XXI Entorno Operativo del sensor.

3.13.3.4. Anemómetro 6410



Figura XXII Anemómetro Davis Instruments 6410

Este sensor mide la velocidad y la dirección del viento con una alta precisión, soporta vientos de hasta 300 km/h. (Ver información detalla en Anexo A.2)

3.13.3.4.1. Datos generales

Temperatura de operación	-40° a +149F (-40° a +65° C)
Tipo del sensor	Sensor magnético de estado sólido.
Velocidad del viento	Veleta de viento y potenciómetro.
Dirección del viento	26 AWG, cuatro líneas de cable.
Tipo de cable	Conector modular (RJ-11).
Conector	

3.13.3.4.2. Formula de transición de velocidad del viento

$$V = P(2.25/T)$$

V= Velocidad en mph
periodo

P= N°. de pulsos por muestra de

T= Muestra del periodo en segundos

Ecuación 7 Transición de la velocidad del viento

3.13.3.4.3. Formula de transición de la dirección del viento

Resistencia Variable 0 – 20K Ω ; 10K Ω = Sur 180°

Ecuación 8 transición de la dirección del viento.

3.13.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

A continuación se mencionaran algunas ventajas y desventajas de los principales elementos seleccionados para el proyecto, frente a otros componentes:

- **Microcontrolador 16F877A frente a un PLC**

Ventajas

- ❖ Precio bajo del Microcontrolador.
- ❖ Herramientas potentes y económicas para el desarrollo de software y hardware
- ❖ Permite automatizar sistemas sencillos.

Desventajas

- ❖ Limitada capacidad para automatizar sistemas complejos
- ❖ Limitada capacidad de respuesta frente a un PLC por sus actuadores

- **Sensor Digital de temperatura DS1620, frente al LM335, LM35 y termocuplas:**

Ventajas

- ❖ Señal de salida digital de 9 bits
- ❖ Datos transmitidos por interface serial
- ❖ Respuesta más rápida

Desventajas

- ❖ Precio más elevado
- ❖ No se encuentra en el mercado local
- ❖ La termocuplas son más precisas pero más costosas

- **Sensor de humedad HIH-4000-001, frente al DHT11:**

Ventajas

- ❖ Material más resistente
- ❖ Mejor precisión
- ❖ No integra el sensor de temperatura
- ❖ Puede medir a altas temperaturas

Desventajas

- ❖ Precio más elevado
- ❖ No se encuentra en el mercado local

- **Sensor de Presión MPX4115A, frente al MPS20N0040D-S**

Ventajas

- ❖ Mide de 20 hasta 115 KPA
- ❖ Bajo consumo energético

❖ Ideal para

Microcontroladores

Desventajas

- ❖ No se encuentra en el mercado local

- **Anemómetro Davis Instruments 6410, frente al Anenometer wind speed adafruit**

Ventajas

- ❖ Tiene veleta
- ❖ Material resistente a condiciones adversas
- ❖ Dirección de viento, con salida de voltaje según el potenciómetro (20K Ω)

Desventajas

- ❖ Precio más elevado
- ❖ No se encuentra en el mercado local

- **Sistema de alimentación solar (modulo fotovoltaico, Batería CDP chicao, Controlador LMS) frente a la red comercial de energía 120V, 60 Hz**

Ventajas

- ❖ Alimentación Autónoma
- ❖ Uso del Sol, siendo una energía renovable, limpia, y ecológica.

Desventajas

- ❖ Precio elevado a corto plazo

4. DISEÑO E IMPLMETANCION DEL SISTEMA

En este capítulo se describe el proceso de diseño del sistema, así como todos los componentes que conforman este proyecto. Hay diversas maneras de realizar este proyecto. Según nuestro criterio hemos evaluado las diferentes tecnologías existentes en el mercado local e internacional utilizando como criterio principal el uso de Hardware de costo intermedio y Softwares robustos para desarrollar un sistema robusto y escalable.

En el diagrama de bloque (Ilustración D) podemos visualizar el diseño de la estación Agrometeorológica automática, con adquisición de imágenes satelitales y publicación de página web, para explicar todo el sistema consideramos que es más fácil separarlo de una manera modular siendo estos los siguientes módulos generales:

- Estación Agrometeorológica Automática
- Antena Double Cross
- Página Web

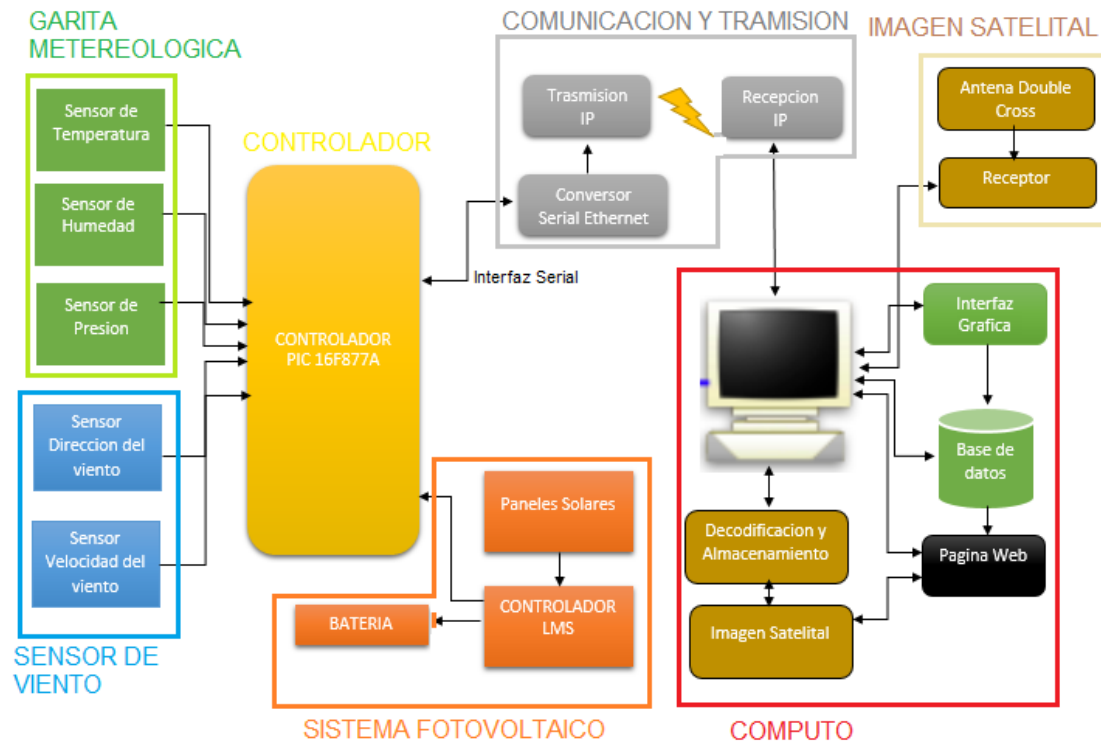


Ilustración D Diagrama de bloques del sistema

4.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA

El proyecto fue distribuido en tres áreas importantes, la medición de parámetros climáticos para cultivos y la visualización de imágenes meteorológicas y la página web, estos tres campos permiten hacer un mejor estudio de la agrometeorología y en base a la interpretación y la validación de datos y así lograr obtener los mejores parámetros para todo el ciclo agrícola. La página web es la reunión de la información adquirida tanto de la estación como de la visualización satelital, se encarga de presentar todos los datos y valores obtenidos, consultas de días, meses y años, histogramas en tiempo real y comparaciones. Tablas y cualquier información considerara importante.

4.2. DISEÑO DE LA ESTACION AGROMETEREOLOGICA

La estación agrometeorológica está compuesta por varios sub sistemas como se detalla en la Ilustración E. Cada módulo tiene una función específica para que pueda converger en armonía, trabajando de la manera en que se diseñó y planteó desde el inicio del proyecto.

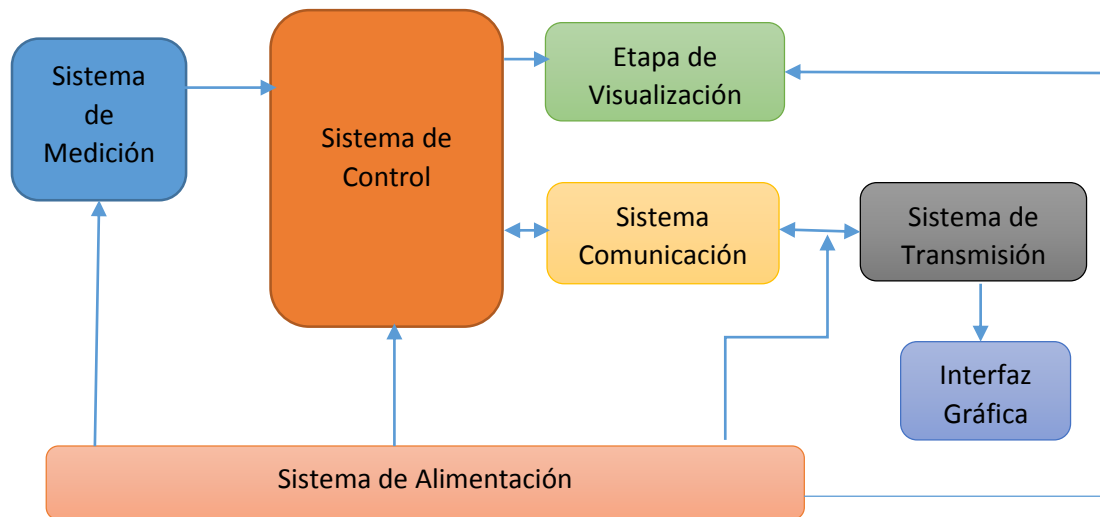


Ilustración E Diagrama de bloque Estación Automática

4.2.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

La unidad de control y el sistema de adquisición de datos es el que se encarga de procesar las señales de los sensores, controlados por un microcontrolador de la familia PIC 16F877A, que tiene las características necesarias y adecuadas para los requerimientos de la estación. Este micro posee un bus de 8 bits, arquitectura tipo Harvard. Tecnología RISC, tecnología CMOS entre otras características las cuales juntas logran satisfacer las necesidades de la estación. Para la comunicación se usa el Max 232 debido a la atenuación de los niveles de voltaje y la interfaz serial hecha por 3 líneas de cables, que va conectado al conversor de Rs-232 a Ethernet.

Se diseñó el sistema de control y adquisición tomando en cuenta las configuraciones de pines del PIC16F877.

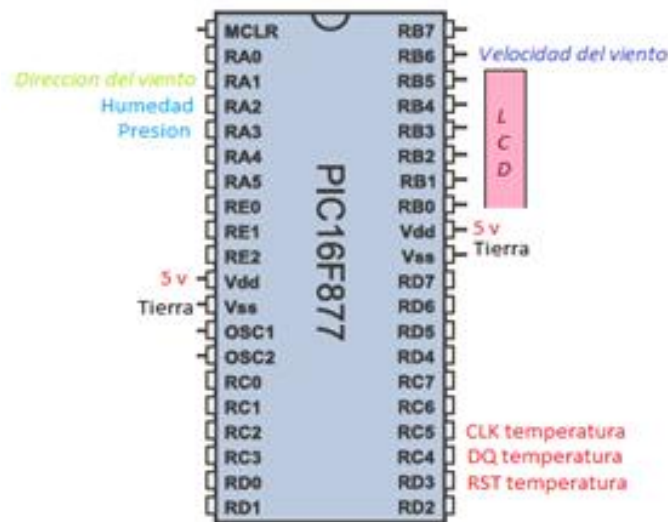


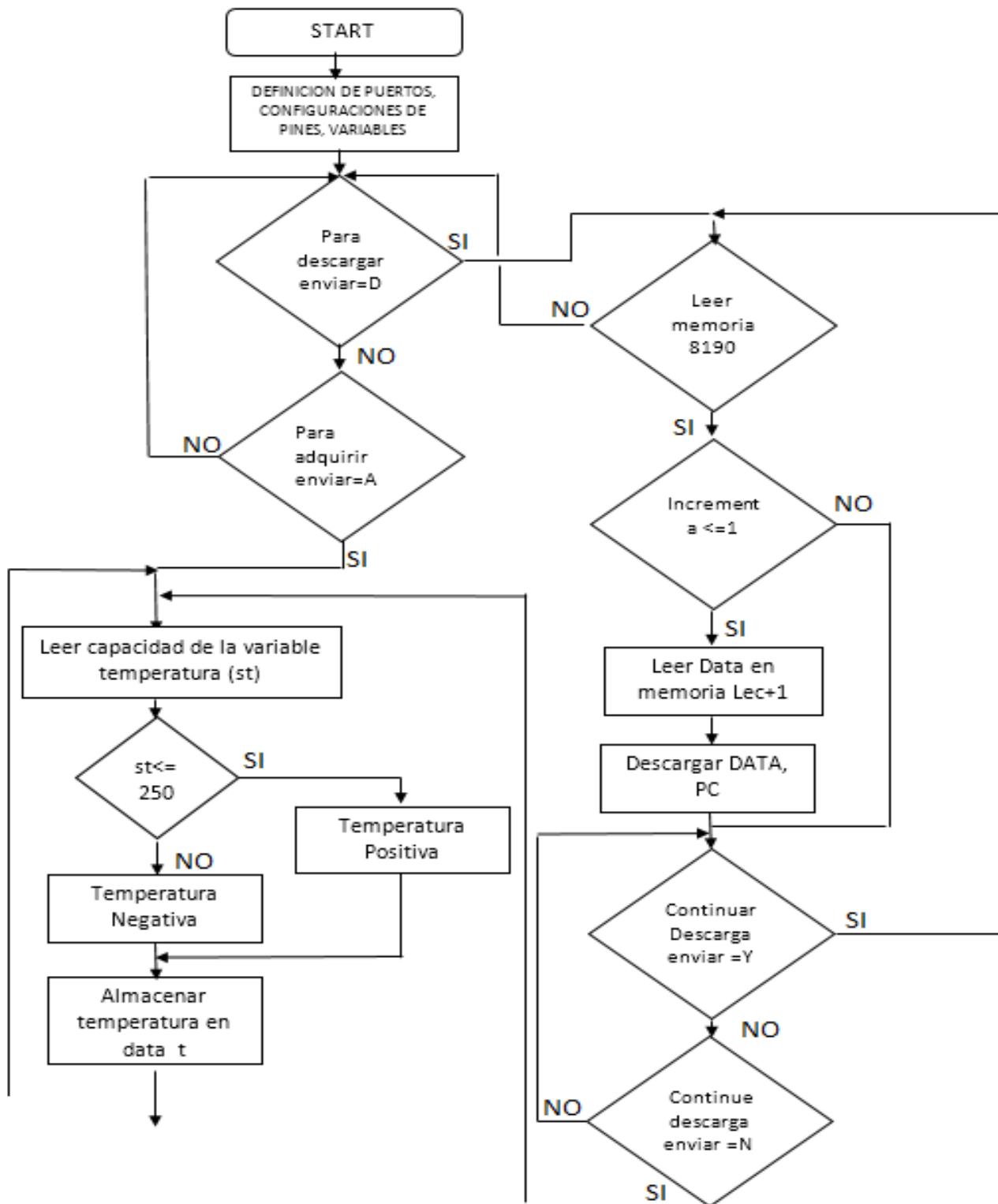
Figura XXIII Configuración de entradas y salidas.

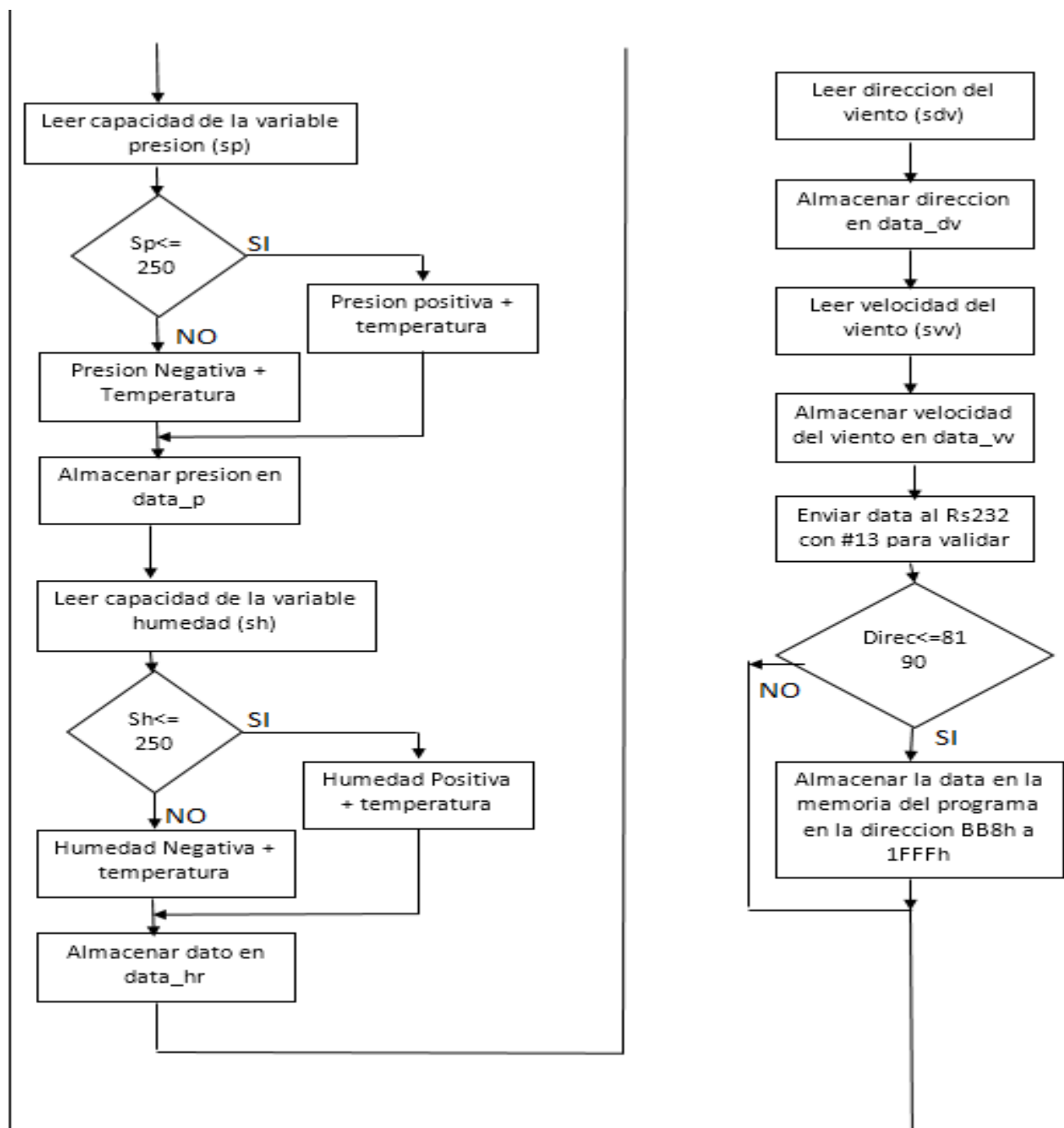
Los dispositivos indispensables para el Sistema de Adquisición de datos son los siguientes:

- PIC 16F877A
- Cristal de oscilación de 4 MHz, es un componente externo para operación del PIC
- Condensadores de 22pF, Recomendación de la hoja de Datos
- Max 232, se usa para la transmisión serial., por ese motivo se deben invertir las señales de transmisión del PIC.
- Conversor de Rs232 a Ethernet.

El microcontrolador se encarga de adquirir y procesar los datos de los siguientes sensores: Sensor de Temperatura, sensor de presión, anemómetro, veleta, sensor de humedad. También controla el protocolo de comunicación y el LCD.

4.2.1.1. DIAGRAMA DE FLUJO





(Para más información acerca del código puede revisar el anexo A.1)

4.2.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE MEDICION

El diseño de la etapa de medición se encarga de la medir los parámetros establecidos como la temperatura, presión, humedad, dirección y velocidad del viento. A continuación se presentan los cálculos matemáticos de cada sensor para su correcto funcionamiento, acoples e información necesaria que fue necesitada para realizar el código del sistema de control.

4.2.2.1. TEMPERATURA

Para monitorear la temperatura se utilizan los pines del DS 1620, DQ lleva una resistencia de 100Ω (Datos de entrada/salida, lectura de 9 bit), CLK (entrada de la señal de reloj, comunicación sincrónica) y RST (en alto empieza comunicación, en bajo termina). Requiere una alimentación de 5 v dc, sin componentes externos. El fabricante determina una máxima de 1,75 MHz para el reloj (CLK). Se utiliza los comandos de conversión de lectura inicial (EEh) y lectura (AAh). A la salida del sensor se obtiene un valor en decimal, de 0 a 255 equivalentes a 0°C a 125°C respectivamente, y en el rango de 511 a 402 equivalentes a $-0,5^{\circ}\text{C}$ hasta -55°C respectivamente. *(Ver información detalla en Anexo A.2)

4.2.2.2. PRESIÓN

En la hoja de datos técnicos del MPX 4115A, se recomienda usar dos condensadores electrolíticos para estabilizar el voltaje de entrada del sensor, también se especifica la fórmula para el cálculo de la tensión que entrega el sensor.

$$V_{out} = v_s * (.009 * P - 0.95) \pm (\text{pressure Error.Factor} \times 0.009 \times V_s)$$

Ecuación 9 Formula para la salida de tensión del sensor.

$$V_s = 5.1\text{Vdc} \pm 0.25\text{V}_{\text{DC}}$$

$$V_s = 4.96\text{V}_{\text{DC}}$$

El error de la presión máxima según la hoja técnica del fabricante es entre 15 a 115 KPa es $\pm 1,5$ KPa.

El factor de Temperatura, de 0 a 85°C es de 1.

El factor de Temperatura, de 0 a -40°C, se da por una respuesta determinada en la formula $Y = -\frac{1}{20}x + 1$

Esto que quiere decir que si la temperatura es de -10°C la ecuación será:

$$y = -\frac{1}{20}(-10) + 1 = 0.55 + 1 = 1.55$$

Para determinar los voltajes de salida del sensor con el uso de la formula anotada anteriormente, para las presiones de 15 y 115 kPa se determina el siguiente desarrollo:

$$V_{OUT} = 4,96 * (0.009 * P - 0.095) \pm (\pm 1,5 \text{ kPa} * 1 * 0.009 * 4,96)$$

$$V_{OUT} = 4,96 * (0.009 * P - 0.095) \pm (0,06696) [V_{DC}]$$

$$P = 15 \text{ kPa}$$

$$V_{OUT} = 4,96 * (0.009 * 15\text{kPa} - 0.095) \pm (0,06696) = 0,1984 \pm 0,06696$$

$$V_{OUT} = 0,26536 \text{ VOUT} = 0,13144 [V_{DC}]$$

$$P = 115 \text{ kPa}$$

$$V_{OUT} = 4,96 * (0.009 * 115\text{kPa} - 0.095) \pm (0,06696) = 4,6624 \pm 0,06696$$

$$V_{OUT} = 4,72936 \text{ VOUT} = 4,59544 [V_{DC}]$$

*(Ver información detalla en Anexo A.2)

4.2.2.3. HUMEDAD RELATIVA

En la hoja de datos técnicos del HIH-4000-001 se determina una ecuación para compensarla variación de la temperatura que afecta al sensor, la humedad relativa Verdadera será:

$$HR = \frac{Sensor RH}{1.056 - 0.0216T}$$

Ecuación 10 Compensación de la temperatura

Con la temperatura en grados centígrados. El sensor opera a una temperatura de -40 °C a 85 °C. Se utiliza una alimentación de 5 v dc. Los datos tienen una

resolución de incrementos de 1% RH, precisión (exactitud) de la medida +/- 2% RH a 25°C. Para un rendimiento óptimo el fabricante recomienda protegerlo de la luz. La calibración del sensor es a 5 v DC, V_{out} (0% RH) = 0,958 v, V_{out} (75.3% RH) = 3.268 v, a razón de 30.680 (mV)/ (% RH), datos a considerar en la programación del μC . *(Ver información detalla en Anexo A.2)

4.2.2.4. VELOCIDAD DEL VIENTO

Se utiliza el anemómetro 6410 Fabricado por de Davis Instrument, este posee un sensor formado por tres aspas con cazoletas separados por ángulos de 120°, estos se mueve alrededor de un eje vertical para la rotación, dicha rotación es linealmente proporcional a la velocidad del viento. El sensor proporciona una señal cuadrada cuya frecuencia varia de manera proporcional en función de la velocidad de viento registrada. Para determinar la velocidad, se debe tener en cuenta la medida de la circunferencia que describen las cazoletas En nuestro caso:

$$\text{Diametro} = 15\text{cm} = 0.15\text{m}$$

$$\text{Logitud de la circunferencia} = \pi * \text{Diametro} = \pi * 0.15 = 0,472\text{m}$$

$$\text{Una vuelta} = 0,4712\text{m}$$

Por ejemplo: si en 1 segundo da 5 vueltas se obtiene lo siguiente:

$$1\text{s} \rightarrow 5 \text{ vueltas}$$

$$5 * 0,472 = 2,356 \text{ m}$$

$$\text{Velocidad del viento} = 2,35 \text{ m/s}$$

4.2.2.5. DIRECCIÓN DEL VIENTO

Se utiliza el anemómetro 6410 Fabricado por de Davis Instrument, el cual usa una veleta que proporciona un valor de voltaje en DC. Esta carga es entregada por un potenciómetro (20K Ω) movido por la veleta, dependiendo de su posición, toma los valores entre 0 a V_{DC} , para un rango de 0° a 360° respectivamente. La

tensión analógica es convertida a digital por el microcontrolador.

El comportamiento de la señal entre 0 a 5 V_{DC}, en función del tiempo tiene un comportamiento variable. Se consideró para el diseño la utilización de dos diodos zener de 5.6 V_{DC}, configurados espalda con espalda. Esta configuración actúa como un regulador de tensión, obteniendo un medio de protección para la entrada del microcontrolador, contra múltiples descargas que se puedan producir en el exterior y aumentar considerablemente el valor normal de funcionamiento de la señal (0 a 5 V_{DC}). Con esta configuración se asegura que la salida del potenciómetro de la veleta este en el rango normal de operación (0 a 5 V_{DC}) y si existe un valor superior al mismo (por ejemplo 10 V_{DC}) la salida para el μ C estará máximo en el orden de los 5 V_{DC}.

Es de importancia la relación a un punto de referencia conocido como norte verdadero de posición de la veleta. El fabricante determina el rango 0° a 360°, exactitud $\pm 7^\circ$, resolución 1° (el 0° a 355°), 22.5° entre los puntos del compás. El cálculo se realiza tomando como origen el norte y contando los grados en el sentido de giro del reloj. De este modo, un viento del SE equivale a 135°; uno del S a 180°; uno del NW a 315°, etc. Para propósitos meteorológicos se define la dirección del viento como la dirección desde la cual el viento está soplando. En la Ilustración F, la flecha verde (NO 315°) indica la dirección de la veleta, y la flecha roja (SE 135°) indica la dirección desde la cual sopla el viento. *(Ver información detalla en Anexo A.2)

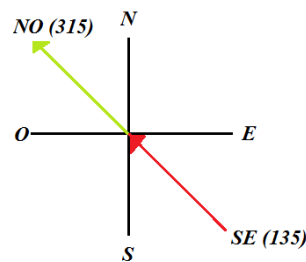


Ilustración F Dirección del viento

También se tomó en consideración las estaciones meteorológicas comerciales, y los rangos mínimos necesarios para el clima tropical de Nicaragua. Los Sensores están determinados por la configuración de: temperatura con el C.I DS 1620 con un rango de operación de -55°C a 125°C , presión con el C.I MPX4115A de 15 a 115 KPa, humedad relativa con el HIH 4000-001 entre 0 a 100%, velocidad y dirección del viento por el anemómetro entre 0 a 280 Km/h o 0 a 78 m/s y 0 a 360° . La selección de estos sensores está de acuerdo con las condiciones de las estaciones meteorológicas comerciales presentadas y las condiciones locales mencionadas. Es importante señalar que todos los sensores citados no existen en el mercado local; debido a sus diferentes características y rangos; por lo que se realizó la adquisición de estos en EE.UU.

4.2.3. SIMULACION DEL SISTEMA DE CONTROL Y EL SISTEMA DE MEDICION.

Una vez que se diseñó el lenguaje del microcontrolador se optó a la simulación del sistema de control, y el sistema de medición, para hacer los respectivos ajustes en base a las hojas de los fabricantes. (Figura XXIV)

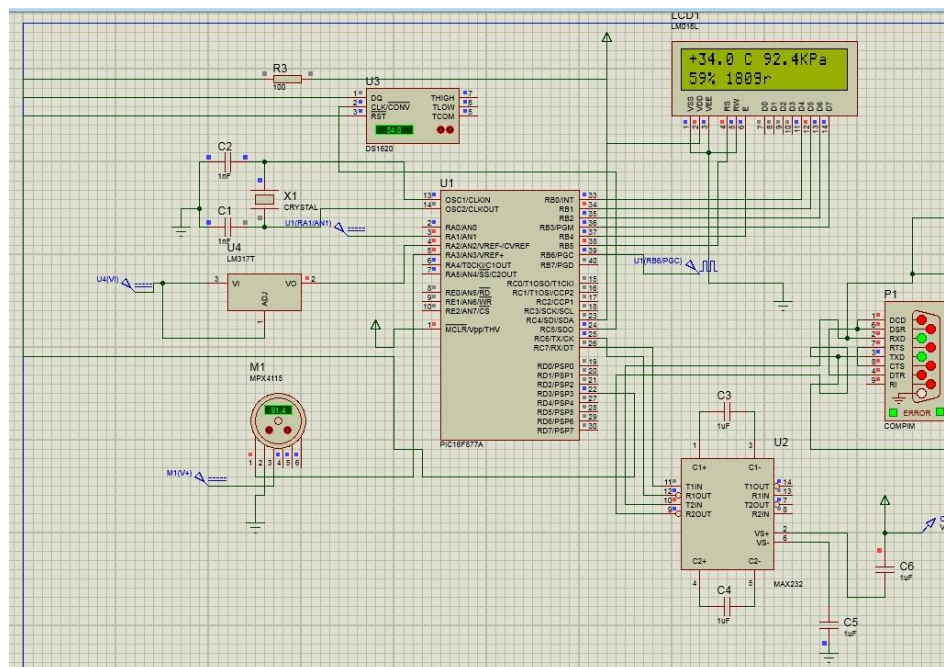


Figura XXIV Simulación en PROTEUS

4.2.4. DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACION

El sistema de comunicación inicia con el microcontrolador al enviar la información por medio de sus puertos de transmisión y recepción, el pic no tiene los niveles de voltaje adecuados para comunicarse con otros protocolos, por lo cual se necesita de un integrado conocido como max-232 que se encarga de nivelar los voltajes a TTL, una vez establecida esta comunicación se procede a la conexión con el conversor de protocolo serial a Ethernet. A continuación se detallan los pasos para realizar dicha comunicación.

4.2.4.1. MAX232



Figura XXV Chipset MAX232

El dispositivo MAX232 es un controlador / receptor dual que incluye un generador de tensión capacitivo para suministrar niveles de tensión TIA / EIA-232-F de una sola fuente de alimentación 5-V. Cada receptor convierte las entradas TIA / EIA-232-F a niveles TTL / CMOS 5-V. Estos receptores tienen un umbral típico de 1,3 V, una histéresis típico de 0,5 V, y pueden aceptar entradas ± 30 -V. Cada controlador convierte los niveles de entrada TTL / CMOS en los niveles de TIA / EIA-232-F. (Ilustración G)

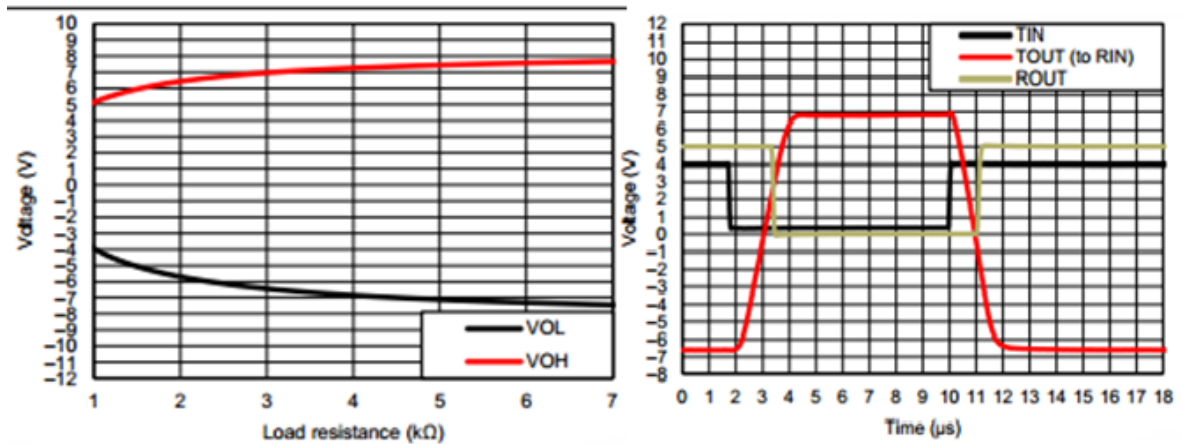


Ilustración G Voltaje en alto y Voltaje en bajo contra la carga de resistencia recepción

4.2.4.1.1. Diagrama de conexión

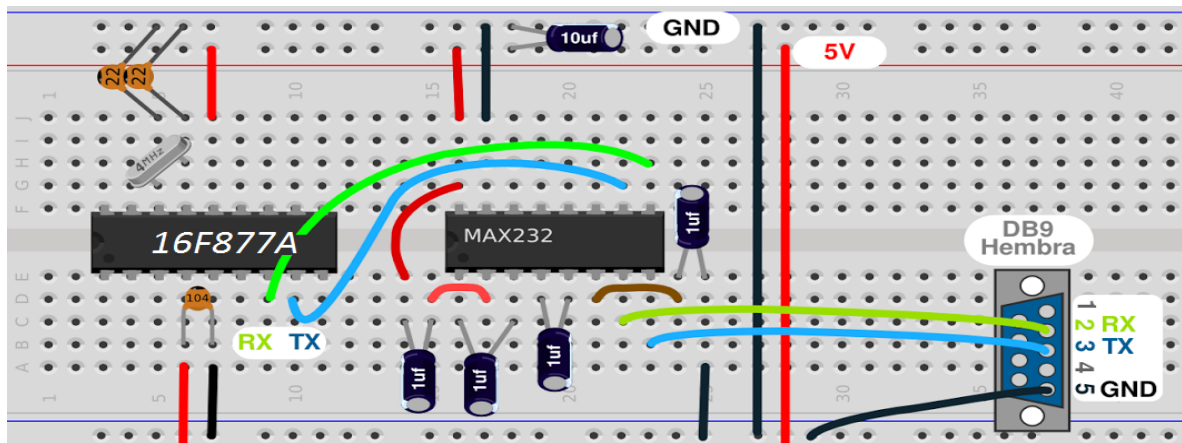


Figura XXVI Conexión entre el μ c y el MAX232

(En la figura XXVI) se explica el diagrama de conexión el microcontrolador y el chipset MAX-232 para una conexión exitosa se debe habilitar en la programación los pines 26 y 27 del μ c que serán los encargados de enviar la información de los sensores es a un nivel de CMOS, por lo cual se debe acoplar niveles TTL, entonces para lograr la comunicación entre el pc y el circuito se requiere de un componente externo conocido como MAX-232 este dispositivo lleva una configuración de condensadores electrolíticos de $1\mu\text{f}$ en la hoja del fabricante detalla el diagrama de conexión, estos condensadores permiten el cambio de CMOS a TTL y viceversa para la comunicación entre el circuito y el pc, pero en este caso no será conectado directamente al pc sino a un módulo de conversión del protocolo RS-232 a Ethernet. *(Ver información detalla en Anexo A.5)

4.2.3.2. Conversor de Rs-232 a Ethernet

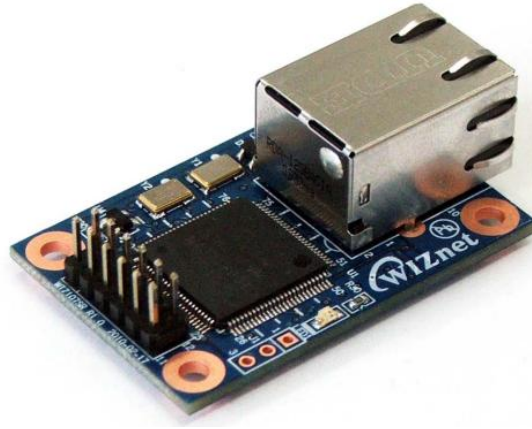


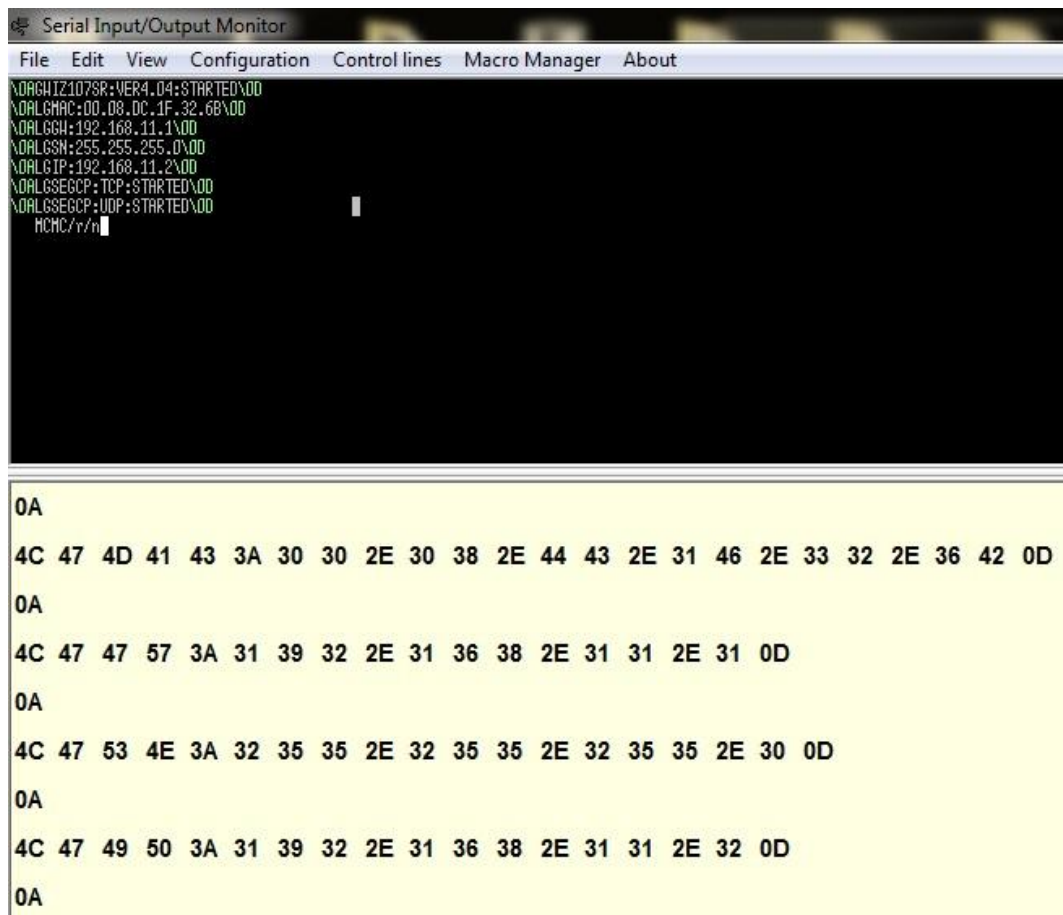
Figura XXVII Modulo WIZ107SR

El módulo WIZ107SR (Figura XXVII) es un conversor del estándar Rs-232 al protocolo de TCP/IP, este dispositivo cuenta con 12 pines de asignación, para nuestro propósito solo usaremos 6 de ellos que son (VCC (1), VCC (2), TX (3), RX (5) Ground (11), Ground (12)).

Este módulo se puede configurar de dos maneras la primera es por la terminal usando un cable serial y comandos AT (AT= COMANDOS HAYES), el segundo método es por medio del puerto Ethernet, este cuenta con un software sencillo para el usuario, este software se puede encontrar en la página web del fabricante.

4.2.3.2.1. Configuración por serial

1. Alimentar el modulo con una fuente de 3.3V
2. Conectar un Cable COM / USB al AP
3. Conectar TX. RX y Ground entre el modulo
4. Conectar un cable de red del módulo al Router. (TIA-568B)
5. Descargar el software del terminal en la página web:
<http://www.wiznet.co.kr/product-item/wiz107sr/> (se puede usar otros softwares como el SLOW, Hyperterminal, entre otros)
6. Sincronizar a 57600 Baud
7. Ingresar los comandos de configuración AT



```
Serial Input/Output Monitor
File Edit View Configuration Control lines Macro Manager About

\\OACHITZ107SR:VER4.04:STARTED\\00
\\OALGMAC:00.D8.DC.1F.32.6B\\00
\\OALGCH:192.168.11.1\\00
\\OALGSN:255.255.255.0\\00
\\OALGIP:192.168.11.2\\00
\\OALGSECCP:TCP:STARTED\\00
\\OALGSECCP:UDP:STARTED\\00
MCHC/r/n

0A
4C 47 4D 41 43 3A 30 30 2E 30 38 2E 44 43 2E 31 46 2E 33 32 2E 36 42 0D
0A
4C 47 47 57 3A 31 39 32 2E 31 36 38 2E 31 31 2E 31 0D
0A
4C 47 53 4E 3A 32 35 35 2E 32 35 35 2E 32 35 35 2E 30 0D
0A
4C 47 49 50 3A 31 39 32 2E 31 36 38 2E 31 31 2E 32 0D
0A
```

Figura XXVIII Conexión entre el módulo y el pc por el protocolo RS-232

Los comandos de configuración serán encontrados en la parte de anexo en este documento.

4.2.3.2.2. Configuración por Ethernet

Para configurar el módulo por medio de Ethernet se requieren ciertos parámetros que detallare a continuación:

1. Alimentar el módulo, a una fuente de 3.3V
2. Conectar un cable de red del módulo al Router. (TIA-568B)
3. Ingresar al Router y habilitar el puerto TCP o UDP (Port 500X)
4. Cambiar la dirección de LAN del Router al segmento 192.168.0.XXX
5. Asignar una dirección estática al PC en el segmento 192.168.0.XXX
6. Crear reglas de entrada del puerto TCP del firewall
7. Crear reglas de salida del puerto TCP del firewall

8. Descargar el software de config-tool de Wiznet (<http://www.wiznet.co.kr/product-item/wiz107sr/>)

Una vez hemos cumplido los pasos anteriores podemos encontrar el modulo por medio del Search button. Este nos mostrara dos opciones de búsquedas, según sus configuraciones eligen si Broadcast o TCP, una vez el software encuentre el modulo pondrá modificar los parámetros de red, serial, opciones, y modo de operación. (Ver Figura XXVIII)

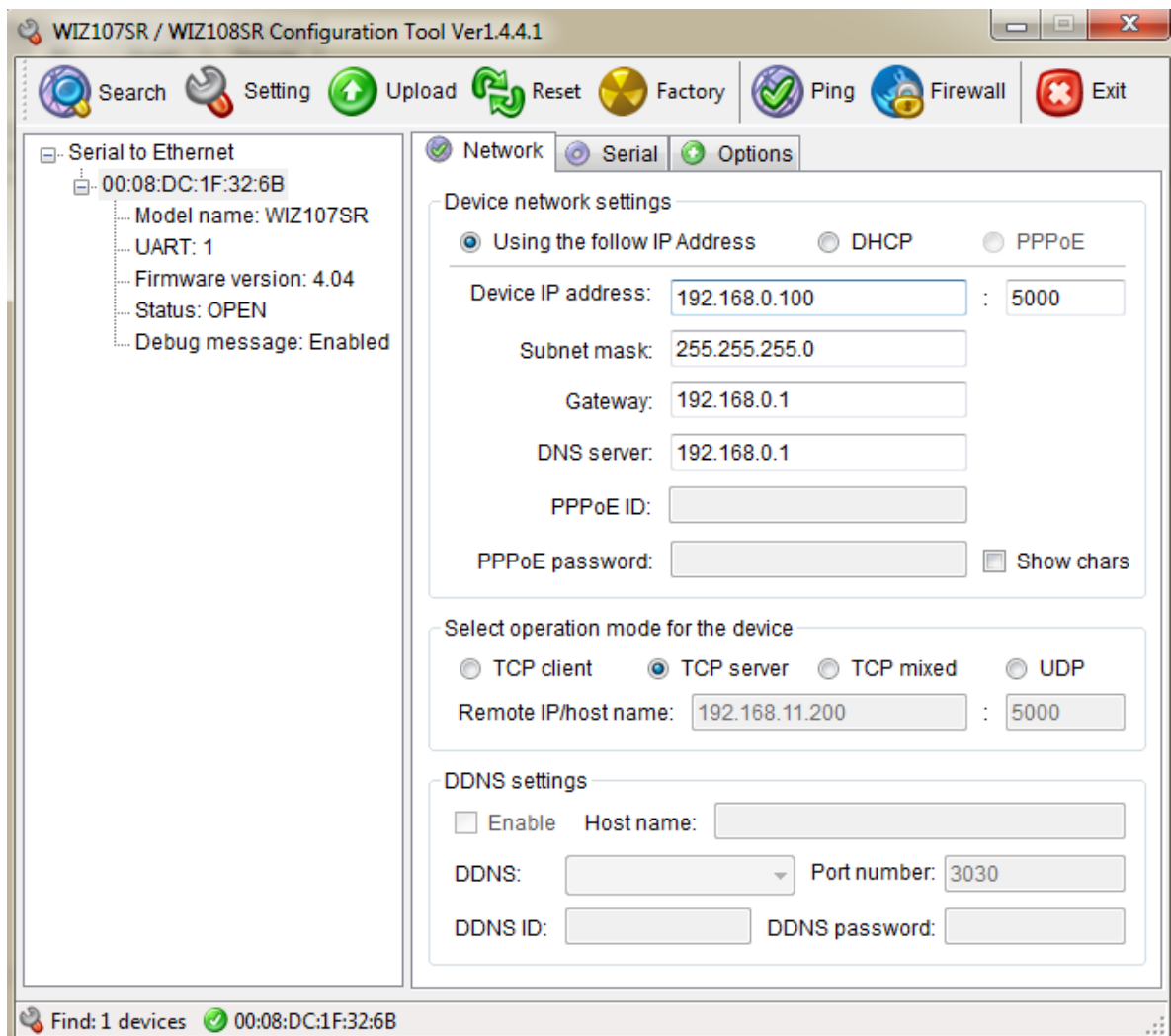


Figura XXIX Conexión entre el pc y el modulo por protocolo TCP/IP

Una vez configurado el modulo se procede a la conexión entre el conversor y el MAX 232

4.2.5. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRASMISION

Dada la naturaleza del proyecto, se decidió utilizar un enlace punto a punto con tecnología inalámbrica para la transmisión y recepción de la información censada por la estación, con este propósito optamos por utilizar dispositivos WiFi de la empresa Ubiquiti. Un par de NanoStation M2 con banda de operación de 5 GHz, esto proporciona velocidades de hasta 300 Mbps, y distancias de más de 21 km. Los equipos NanoStation M2 vienen predeterminados con una dirección IP 192.168.1.20 y las credenciales para configuración son usuario/contraseña que serían ubnt/ubnt. A continuación se detalla la configuración de los equipos como unidad base y unidad remota.

4.2.5.1. Configuración unidad base.

1. Configuración de Red.
2. Configuración Enlace.
3. Configuración Seguridad.
4. Configuración Avanzada.
5. Configuración de Servicios.

El primer paso es asignar el direccionamiento a nuestra unidad base. Para ello nos dirigimos a la pestaña Network y configuramos los siguientes parámetros:

- Network Mode: Bridge
- IP Address: 192.168.0.25
- Netmask: 255.255.255.0
- Gateway IP: 192.168.0.1
- Primary DNS IP: Servidor DNS

4.2.5.1.1. Configuración del enlace

Ahora vamos a la parte más importante de la configuración, donde vamos a definir la frecuencia, país, seguridad y otros parámetros. Para ello nos situamos en la

pestaña Wireless y configuramos los siguientes parámetros en el apartado configuración básica:

- Wireless Mode: Access Point WDS
- SSID: Estacion_EAA | Marcar ocultar SSID (Hide SSID)
- Country Code: Estados Unidos
- IEEE 802.11 Mode: A/N mixed
- Channel Width: 40 MHz
- Channel Shifting: Disabled
- Frequency, MHz: 5180
- Output Power: 27 dBm
- Max TX Rate, Mbps: Automático

4.2.5.1.2. Configuración de parámetros de seguridad:

- Security: WPA2-AES
- WPA Preshared Key: Clave compartida
- MAC ACL: La activamos (Enabled)
- Policy: Allow | Introducimos la MAC de la unidad remota XX: XX: XX: XX: XX: XX y pulsamos en Add.

4.2.5.1.3. Configuraciones avanzadas

- Enable AirMax: Activar
- No ACK Mode for PtP: Activar esta opción para enlaces con una distancia superior a 17 Km
- Distance: Teclear distancia en millas (auto convierte a Km)
- Multicast Data: Activar
- Enable DFS: Activar según normativa (detecta radares militares para no solapar frecuencias)

4.2.5.1.4. Configuración de servicios

- Enable TCP Port: Activar
- Enable Password Authentication: Activar
- Enable Log: Activar

4.2.5.2. Configuración Remota.

- a. Configuración de red.
- b. Configuración Enlace.
- c. Configuraciones avanzadas.
- d. Configuración de servicios.
- e. Configuración del sistema.

Una vez establecida la unidad base, se procede a configurar la unidad remota que es la que está conectada a la estación. Iniciamos sesión en la unidad remota por la IP 192.168.1.20 y con las credenciales predeterminadas ubnt/ubnt.

4.2.5.2.1. Configuración de red

- Network Mode: Bridge
- IP Address: 192.168.0.20
- Netmask: 255.255.255.0
- Gateway IP: 192.168.0.1
- Primary DNS IP: Servidor DNS

4.2.5.2.2. Configuración del enlace

Ahora vamos a la parte más importante de la configuración, donde vamos a definir la frecuencia, país, seguridad y otros parámetros. Para ello nos situamos en la pestaña Wireless y configuramos los siguientes parámetros en el apartado configuración básica:

- Wireless Mode: Station WDS
- SSID: Estacion_EAA | Marcar ocultar SSID (Hide SSID)
- Country Code: Estados Unidos
- IEEE 802.11 Mode: A/N mixed
- Channel Width: 40 MHz
- Lock to AP MAC: MAC de la unidad base
- Channel Width: Auto 20/40 MHz
- WPA Authentication: PSK
- WPA Preshared Key: Clave compartida (la configurada en la unidad base)
- Channel Shifting: Disabled
- Frequency, MHz: 5180
- Output Power: 27 dBm
- Max TX Rate, Mbps: Marcar automático (Automatic)

4.5.2.3. Configuraciones Avanzadas

Nuevamente en este apartado introducimos los mismos parámetros que en la unidad base a excepción del siguiente parámetro:

- AirMax Priority: High

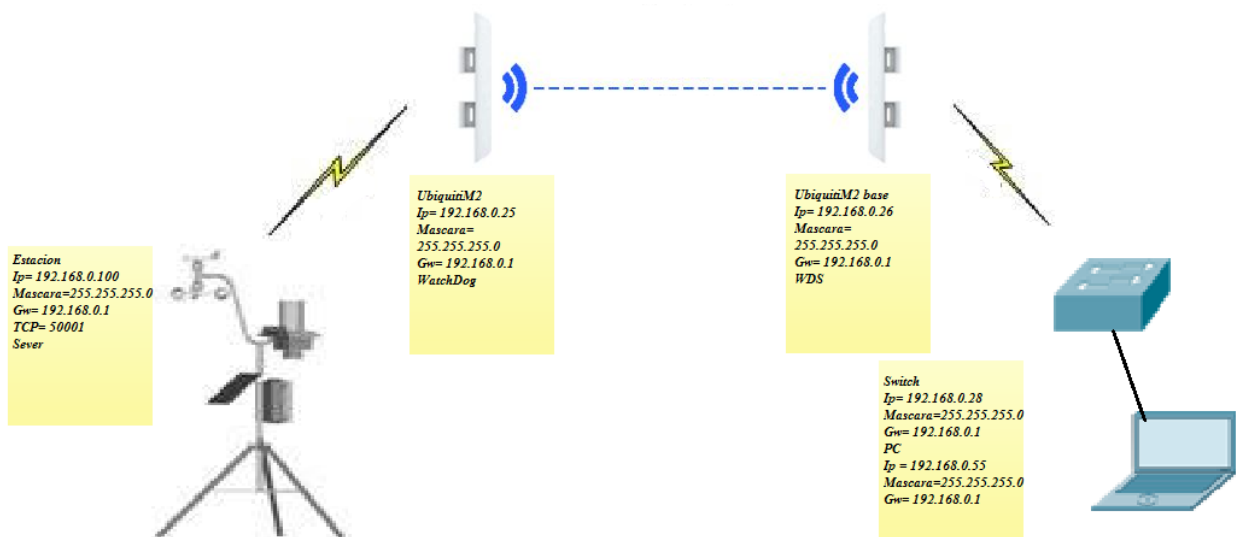


Figura XXX Enlace punto a punto.

4.2.6. DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El sistema de alimentación solar es autónomo, este proporciona una alimentación de 5 voltios DC a todo el sistema de control, comunicación, y sensores. Por las características del diseño de la estación se requiere un funcionamiento óptimo de 24 horas al día con un mínimo de 4 días de autonomía. Por lo cual se han seleccionado 2 paneles solares (5W c/u) un regulador LMS, un regulador de voltaje LM333, un regulador de voltaje LM7812 y 2 cables AWG 8.

4.2.6.1. Controlador solar inteligente serie LMS



Figura XXXI Regulador Solar LMS

El controlador solar inteligente de la serie LMS (Figura XXXI), está equipado con un microprocesador industriales grado 8 STM para controlar la carga y descargar proceso de carga de la batería es fiable y la gestiona el periodo de descarga. El circuito de carga se caracteriza por su alta eficiencia y bajo consumo mediante el control del MOSFET de baja resistencia interna configurado con PWM. Este controlador tiene varios modos de control de carga y es adaptable a diferentes industrias. El producto se puede aplicar para los siguientes usos:

- Sistema de monitoreo ambiente al aire libre
- control automático de sistemas para la agricultura.
- Sistema de energía solar
- Estación de comunicación, punto de acceso WIFI
- Sistema de alumbrado público

4.2.6.2. Panel Solar

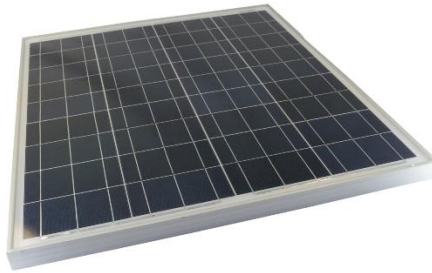


Figura XXXII Panel Solar Modelo ICO-SCP 5W

- Radiación inclinada = 25°
- I dimensionado = 0,351
- Vn módulo = 12
- Rend. Generación = 90%
- Rend. Faradaico = 89%
- (Rendimiento inversor) = 85%
- Prof. Descarga = 0,8%, de la batería.

4.2.6.3. Batería

La batería Chicago Digital Power (Figura XXXIII), es adecuada ya que cuenta con el tamaño adecuado y la carga adecuada para energizar el circuito por varios días esto en base a los cálculos realizados del consumo total de toda la estación.



Figura XXXIII Batería CDP 12V, 4Ah

Modelo	CDP SS4-12
Voltaje	12V
Capacidad	4.5Ah
Resistencia Interna aprox	40.5mΩ
Rango de temperatura	-15°C ~ 50°C
Corriente Máxima de Recarga	1.35 ^a

Tabla 7 Características principales.

4.2.6.4. Diagrama de conexión

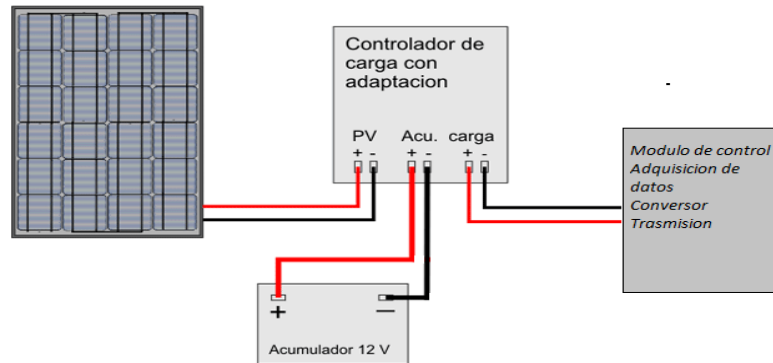


Ilustración H Diagrama de conexión energética.

4.2.6.5. Diseño del subsistema de alimentación.

En la tabla 8 se indica el consumo promedio de todos los elementos electrónicos que conforman la estación agrometeorológica.

Dispositivo	Carga
PIC 16F877A	4 mA
DS 1620	1 mA
HIH 4000	200 μA
MPX 4115A	10 mA
Anemómetro	1 mA
Regulador	1 A
Max 232	8 mA
Conversor	250 mA
Ubiquiti	500 mA
Otros Elementos	25 mA
Total	1,790 A

Tabla 8 Consumo Energético

El sistema requiere las siguientes condiciones:

- Horas de uso 24H
- Potencia Promedio de consumo
- Tensión nominal de los paneles solares
- Ser independiente por 4 días sin carga

Para determinar la cantidad de paneles solares, y el tipo de batería que se usa para el proyecto se deben realizar una serie de cálculos basados en las hojas técnicas de los fabricantes y tomando en consideración el uso que se le dará al largo del tiempo dividido entre días de autonomía y horas por días.

4.2.7. INTERFAZ GRÁFICA

El Software desarrollado para el monitoreo de la estación agrometeorológica es una interfaz visual entre el usuario y los datos. El programa se comunica con la estación por medio del protocolo TCP, el cual recibe todos los datos censados y procesados por el μ C. El Software fue desarrollado en LabView. A continuación se explica el código en el LabView.

4.2.7.1. Código en LabView

En el desarrollo del Software se utilizó un Caso de estructura, este se conecta a un valor booleano (Si es falso Adquiere los datos y si es verdad los Descarga), si falso está activo se ejecuta un segundo caso y si es verdadero los descarga. El primer caso se ejecuta con un While Loop, con las condiciones de seguir o no la descarga de datos.

Dentro del Primer Case dentro del While Loop se ejecuta una estructura de secuencia del siguiente modo:

0) Start port TCP

(1) Wait 1 s

(2) Send the data D to μ C

(3) Wait 100 ms

(4) Close port TCP

(5) Wait 100 ms

(6) se ejecuta una secuencia, con la condición para continuar la descarga, esto está enlazado a un While Loop y un valor booleano, si es cierto se ejecuta una estructura de secuencia de la siguiente manera:

(0) Start Port TCP

(1) Wait 1 s

(2) se lee el puerto TCP y adquiere los datos, al final de la trama debe enviar el número 14 para ser comparados con el número 14 en LabView para la validación y se ejecuta un caso que para verdadero se ejecuta la descarga de datos con una secuencia que se explica en el segundo caso principal:

(3) Close Port TCP

(4) se ejecuta un caso, con un valor verdadero validado por un valor booleano (Seguir descarga), si es verdadero sigue descargado con la siguiente secuencia:

(0) Start Port TCP

(1) Wait 1000 ms

(2) Send data Y to μ C

(3) Wait 100 ms

(4) Closed Port TCP.

Si es falso se ejecuta otra estructura de secuencia de la siguiente manera:

(0) Start Port TCP

(1) Wait 1000 ms

(2) Send data N to μ C

(3) Wait 100 ms

(4) Closed Port TCP.

El While Loop al finalizar la primera secuencia verifica la condición de la booleana (Yes or NOT) para seguir descargando los datos o detenerlos para que inicie el envío de datos del PIC y la PC adquiera esos datos.

Si se ejecuta el segundo caso, que se encuentra conectado a un valor booleano que es falso inicia la condición de (ADQUIRIR).

Con verdadero se ejecutara una primera Secuencia de estructura, cuyo orden es el siguiente:

(0) Agregar 2 Array Constant (7 filas)

(0) inicializa el puerto TCP definiendo los parámetros de IP y el puerto de la estación agrometeorológica

(1) Wait 100 ms

(2) Send Data A to μ C use TCP Port Write

(3) Wait 100 ms

(4) Close Port TCP

(5) Wait 100 ms

(6) se ejecuta una secuencia, que inicia la condición para seguir adquiriendo datos, esta es ligada con un While Loop y un valor booleano, si es real se ejecuta una secuencia de estructura de esta forma:

(0) Start TCP Open Connection

(1) Wait 1000 ms

(2) estarán conectados los siguientes objetos uno tras otro, TCP Read para la lectura del puerto TCP en el que se especifica la cantidad de caracteres leídos, el String Subset muestra la lectura del número de caracteres específico determinados por la ubicación del inicio del carácter a ser leído y el número de los mismos, el Decimal String To Number convierte los caracteres leídos en

números decimales para las operaciones futuras. El PIC envía desde su transmisión dos datos que son los caracteres 15 y 16 que contienen el número 13, para validar dicha operación comparamos el número obtenido con la constante definida por el número 13, si el resultado es verdad se pasa a ejecutar una secuencia para la adquisición de datos y si es falsa ira a la primera secuencia y se ejecutara la secuencia (3).

Si el dato es cierto inicia la secuencia para la adquisición de datos de la siguiente manera:

(0) Get Date and Time String

(1) se realiza las operaciones para el cálculo de la temperatura con las formulas determinadas por el fabricante (Ecuación 4) se avanza a un caso, cuando es verdadero la temperatura es positiva y cuando es falso la temperatura es negativa.

(2) Wait 100 ms

(3) Se inicia el cálculo de presión con el dato_p se divide entre 10 unidades en KPa

(4) Wait 100 ms

(5) Se calcula la humedad relativa, teniendo en cuenta que el dato_hr de 1 a 100 no se altera el %

(6) Wait 100 ms

(7) Se calcula la dirección del viento, dato_dv de 1 a 360, no se alteran los grados,

(8) Wait 100 ms

(9) Se inicia el cálculo de la velocidad del viento dato_vv y se divide en 10 en m/s
Todos los datos de temperatura, presión, humedad relativa, dirección del viento y velocidad del viento se visualizaran en controles numéricos asociados a los resultados de las operaciones del cálculo de dichas variables.

(10) Se inicia la comunicación entre el software y la base de datos primero Se interconectar Conexión ODBC a base de datos a DB Tools Open Connection

prosigue DB Tools Tables, al siguiente ítems DB Tools Insert Data en este punto se agrega un Bundle con los datos al DB Tools Insert Data con la información ya calculada. Esta operación permite almacenar los datos en SQL Server, para después ser utilizados en la página web.

(11) Se agregan cinco Format Into String, y se conectan cada uno a un Built Array, que se conecta a Insert To Array que esta se encarga de visualizar los datos en tablas en la interface principal

(3) DB Tools Close Connection, para así regresar al primer caso y se repita sucesivamente.

(El código Visual se encuentra en la sección de anexos. A.6)

4.3. DISEÑO DE LA COMUNICACION SATELITAL

Se diseñó y construyó una antena del tipo Double Cross que trabaje en una frecuencia de 137.000 MHz para la comunicación con los satélites NOAA. Estos satélites tienen una órbita geoestacionaria dando vueltas alrededor del mundo, tomando imágenes climáticas. En la siguientes secciones se detallaran los parámetros y las formulas necesarias que se consideraron para su construcción. (Para seguir la construcción de la antena ir a anexo B)

4.3.1. ANTENA DOUBLE CROSS

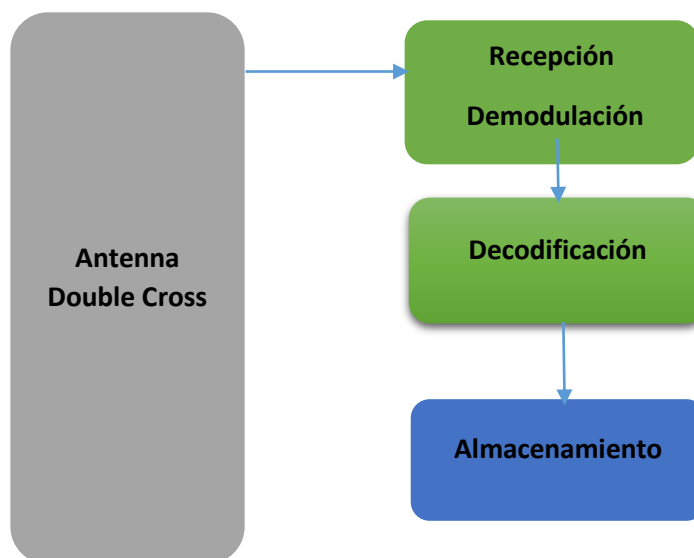


Ilustración I Diagrama de bloques

4.3.1.1. Simulación del Patrón de Radiación

Para la simulación de los parámetros de la antena se utilizó el programa MATLAB. Introduciendo, a manera de código, las fórmulas necesarias para calcular el campo radiado y graficarlo. En la Ecuación 11 se muestran las fórmulas de los campos generados por cada dipolo.

$$E_{\theta} \simeq j\eta \frac{I_0 e^{-jkr}}{2\pi r} \left[\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin \theta} \right]$$
$$H_{\phi} \simeq j \frac{I_0 e^{-jkr}}{2\pi r} \left[\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin \theta} \right]$$

Ecuación 11 Formulas del campo eléctrico y magnético del dipolo de media onda.

Se calculó el factor de arreglo con la siguiente fórmula:

$$AF = \left[\frac{\sin\left(N \times \frac{\varphi}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)} \right]$$

Ecuación 12 Factor del arreglo

Donde N es el número de elementos que integran el arreglo, y Φ es un ángulo polar definido por:

$$\varphi = (k \times d \times \cos \theta) + \beta$$

-k representa la constante de fase o velocidad de onda, y es calculada por medio de la fórmula:

$$k = 2\pi / \lambda = 2.87$$

-d es la distancia entre cada dipolo

$$d = 0.25 * \lambda = 54.5\text{cm}$$

- θ es el ángulo en que se posicionan verticalmente los dipolos

$$\theta = 30^\circ$$

- β es el desfase de alimentación que existe entre los pares de dipolos cruzados, necesario para lograr el sentido de la polarización a la derecha.

$$\beta = 90^\circ$$

Y así

$$\varphi = (2.87 \times 0.545 \times \cos 30) + 90 = 89.61$$

$$AF = \left[\frac{\sin \left(4 \times \left(\frac{89.61}{2} \right) \right)}{\sin \left(\frac{89.61}{2} \right)} \right] = 0.468$$

Ecuación 13 Calculo del factor arreglo

Este parámetro es luego multiplicado por el patrón del dipolo de media onda afectando así el ancho del haz radiado y la ganancia.

El patrón de radiación final de la antena DCA es el mostrado en la figura XXXIV, podemos observar que posee la forma de una esfera partida por la mitad, característica que convierte esta antena en un instrumento ideal para la recepción satelital.

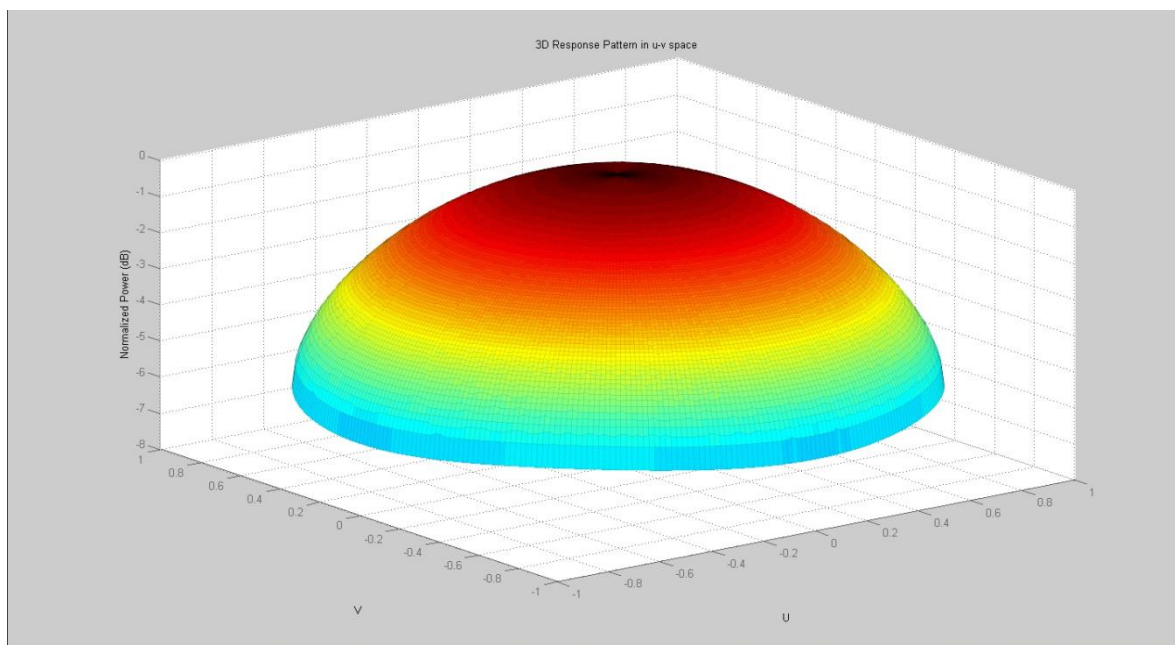


Figura XXXIV patrón de radiación DCA.

La disposición de 2 pares de dipolos cruzados desfasados 90 grados resulta en una suma logarítmica de sus ganancias. La ganancia medida de esta antena es de . (Para ver el código en MatLab ir al Anexo B.1.)

4.3.1.2. Antenas para recepción APT

Para obtener la mejor recepción de señales APT de los NOAA POES es necesario de una antena que posea una polarización circular derecha, con una frecuencia central de operación de 137.5MHz. Esta debe estar por lo menos a una altura de $2 \cdot \lambda$ del nivel del suelo y evitar sombras físicas de edificios y árboles.

Las antenas más usadas frecuentemente y que muestran un resultado aceptable para la recepción APT son la Antena Cuadrifilar helicoidal (QHA), la Antena Doble Dipolo Cruzado (DAC) y la Antena Turnstile.

4.3.1.3. Etapa de recepción y Demodulación

4.3.1.3.1. Análisis de enlace y determinación de parámetros del receptor terrestre

Los datos del enlace con los NOAA son los siguientes:

- Estabilidad de la emisión: ± 3 KHz
- Desplazamiento Doppler máximo: ± 3 KHz
- Ancho de banda de la emisión: ± 17 KHz
- Potencia PIRE: 36.7 dBm = 6.7dB
- Polarización de la antena del satélite: circular a la derecha
- Pérdida de enlace en el vacío: -34 dB. (a 870 Km)
- Ancho de banda del receptor terrestre: $34\text{KHz} + 6\text{KHz} + 6\text{KHz} = 46\text{KHz} \approx 50\text{KHz}$

Suponiendo que contamos con un receptor con demodulador analógico, necesitamos tener una relación señal a ruido $(S/N)_{\min}$ de al menos 13dB para obtener una imagen limpia. El nivel (potencia) del ruido a la frecuencia 137 MHz en un receptor con una ancho de banda de canal de 50 KHz es de -120.6 dBm. Entonces, para calcular la ganancia mínima que debe tener nuestra antena receptora debemos tomar en cuenta los siguientes datos:

- $(S/N)_{\min} = 13\text{dB}$
- Noise = -120.6dBm = -150.6dB
- FSPL = $32.44\text{dB} + 20 * \log(137.100) + 20 * \log(870) = 134\text{dB}$

Con lo que la relación señal a ruido es de:

$$\frac{S}{N} = \text{Ganancia de antena Rx} - 150.6 - 134\text{dB} = 16.6\text{dB} + \text{Ganancia de antena Rx}$$

Ecuación 14 Relación Señal a ruido.

Restando los 13dB necesarios para que la señal sea decodificable,

$$\text{Ganancia de antena Rx} = 16.6\text{dB} - 13\text{dB} = 3.6\text{dB}$$

Todo esto suponiendo que no existe un considerable Interferencias por otros equipos de radios o transmisión (QRM) ciudadano, que es el ruido provocado por los cables de alta tensión.

En el caso de que se esté usando un receptor con demodulador digital, la $(S/N)_{\min}$ puede ser 10dB. Y la ganancia requerida sería de 0.6dB. Si el ancho de banda del receptor es menor a 46KHz, la (S/N) mejora, pero la señal se ve recortada y distorsionada, y la imagen resulta sucia. En cambio si este mismo es mayor, por ejemplo, 250 KHz (que es el ancho de banda de canal de los receptores de la banda de FM comercial), entonces la (S/N) está por debajo de los 0dB, por lo que la señal no es decodificable. Así pues, la FM ancha es demasiado ancha y la FM estrecha de los receptores de radiocomunicación es demasiado estrecha (25KHz).

4.3.1.3.2. Sensibilidad del Receptor

Otro factor a tomar en cuenta es la sensibilidad del receptor. Sabiendo el valor de ganancia mínima que debe tener nuestra antena, y conociendo la PIRE del satélite, y las pérdidas de trayectoria en nuestro enlace, podemos determinar la potencia de recepción de la siguiente manera

$$\text{Path Loss} = \text{FSPL} - G_{rx} = 134\text{dB} - 3.6\text{dB} = 130.4\text{dB}$$

$$P_{rx} = \text{PIRE} - \text{Path Loss} = 6.7\text{dB} - 130.4\text{dB} = -123.7\text{dB} = 4.6\mu\text{V}$$

Por lo tanto, nuestro receptor deberá tener una sensibilidad menor a 4.6 μ V cuando opere en la frecuencia de 137.000 a 137.999 MHz. Esta puede ser mayor siempre y cuando la ganancia de la antena se lo permita. Por ejemplo, si la ganancia de la antena es de 6dBi, la sensibilidad puede llegar a ser de 6 μ V.

Los datos utilizados hasta aquí son reales para cuando el satélite está ubicado en su punto más alto con respecto al punto de observación (Cenit). No debemos dejar de tomar en cuenta los parámetros que existen cuando el satélite está a una elevación disminuida, ya que en dichos puntos puede haber interrupciones en la línea de vista del enlace y bastantes pérdidas por reflexiones provocadas por

tierra. En este punto el Path Loss puede llegar a ser de hasta 145dB. En este caso la sensibilidad del receptor deberá ser menor a $1.3\mu V$.

4.3.1.4. Decodificación y obtención de imagen satelital.

Una vez se ha establecido la comunicación entre la antena y el satélite estando en órbita, procedemos a la recepción y decodificación de la información, para obtener la imagen satelital del clima regional.

Para la obtención de imágenes satelitales es necesario varias configuraciones previas y varios softwares que serán mencionados en esta sección.

4.3.1.4.1. Preparación

Primero iniciaremos con la configuración del receptor RTL-SDR dongle, este receptor consta con los parámetros mencionados en la sección de etapa de recepción y demodulación.

- a) Instalamos el Zadig con el driver WCID
- b) Descargamos de internet el software gratuito sdrsharp-x86 y lo instalamos
- c) Ejecutamos el SDR.exe
- d) En la rueda dentada configuramos el sample Rate a 1.024 MSOS
- e) Corrección de frecuencia en 80 ppm
- f) En el menú principal seleccionamos WFM
- g) Configuramos un ancho de banda de 50Khz
- h) Descargamos de internet el software gratuito el VB-cable y lo instalamos
- i) En las propiedades de sonido configuramos la entrada del VB-Cable en 2 channel, 16 bits, 48000hz (DVD Quality)
- j) En las propiedades de sonido configuramos la salida del VB-Cable en 2 channel, 16 bits, 48000hz (DVD Quality)
- k) Desactivamos el filtro del SDR.exe
- l) Activamos la reducción de ruido y se configura en Narrow Band a 14 dB

m) Activamos la reducción del ruido de audio y se configura en Narrow Band a -105dB.

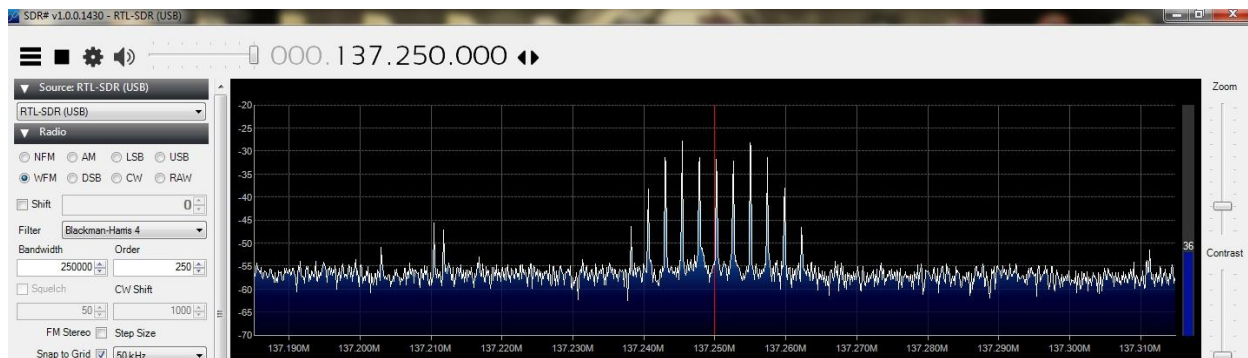


Figura XXXV Recepción de NOAA 19

Ya una vez hemos realizado los pasos anteriores tendremos una óptima comunicación con el satélite, es recomendable ubicar la antena lo más alto posible, libre de vegetación y obstrucciones para una excelente recepción. (Ver figura XXXV)

4.3.1.4.2. Softwares

Para el monitoreo satelital hay múltiples softwares pero lo más adecuado son el Orbitron y el APT, estos softwares permitirán saber la ubicación y orbita de cada satélite, de esta manera se puede predecir de una manera fácil en que momento encender el receptor, o alertarnos sobre el paso de un satélite en nuestra región, a su vez se pueden sincronizar con el WXT0IMG, para que la decodificación sea automática sin necesidad de tener personal en dicho momento.

En lo personal no hare referencia del software Orbitron ya que no fue utilizado bajo ningún criterio, se consideró más adecuado el APT.

4.3.1.4.2.1. APT

El APT decoder es un programa de software libre usado para grabar y decodificar la señal transmitida por los satélites POES de la NOAA que usan el formato ATP. Este software funciona en la plataforma de Windows. Necesita mínimo 128Mb de memoria RAM para un funcionamiento óptimo tener más de 128 MB.

A continuación explicare como es su instalación:

- a) Descargar el programa de este sitio web e instalarlo http://www.poes-weather.com/index.php?Itemid=53amp;option=com_content
- b) Una vez dentro del APT nos dirigimos General Setting.
- c) Ground Station, y definir la latitud y longitud de la ubicación de la antena.
- d) Después se deben actualizar las keplerianas esto con el propósito de sincronizar el software con los satélites de la NOAA.
- e) El APT tiene la capacidad de generar imágenes, y guardar archivos de audio puede cumplir la función de WXTOIMG, pero solo se usó para monitoreo por lo cual el resto de parámetros no es necesario.

Una vez configurado tendremos la capacidad de visualizar la ubicación de los satélites también el próximo satélite a pasar por nuestras coordenadas, su elevación y la potencia. (Observar imagen XXXVI).

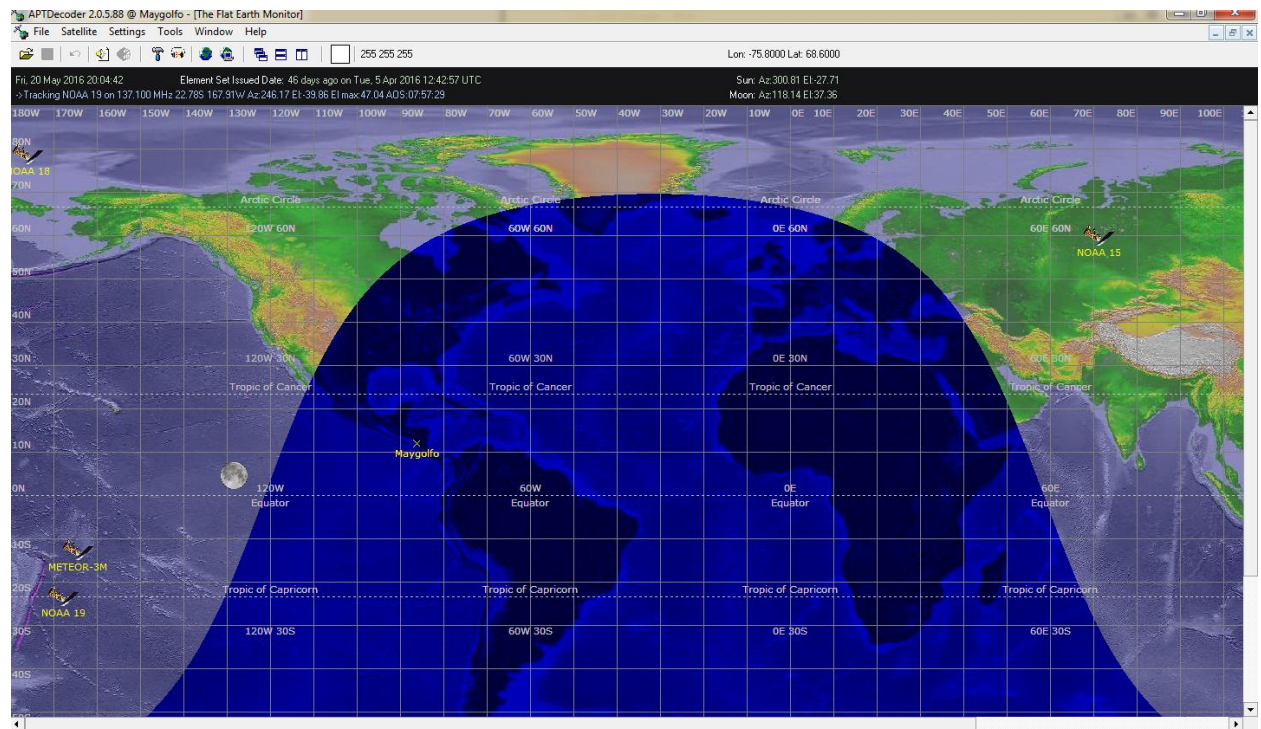


Figura XXXVI APT

4.3.1.4.2.2. WXTOIMG

El WXTOIMG es un decodificador de mapas meteorológicos de los satélites NOAA. A continuación los pasos de su instalación y la manera de configuración.

- a) Descargamos el WXTOIMG de este sitio www.wxtoimg.com/downloads y lo instalamos.
- b) Una vez ejecutamos el programa nos pedida nuestra ciudad o país, debajo la latitud y longitud y el nivel del mar si es que lo conocemos.
- c) Ingresamos a File y actualizamos los Kepler del programa esto permitirá también una sincronización con los satélites, también cuenta con una lista de las veces que pasaran en el día y las diferentes horas.
- d) Una vez actualizado configuraremos el mixer control, estando en el menú seleccionaremos si usar el VB-Cable, o los micrófonos externos y nos aseguremos que no tengan ganancia en el control de Windows.
- e) Se define la antena a usar en nuestro caso es la DCA
- f) Se define el muestreo a 8 bits, y la altura de entrada del satélite en el zenit.

Una vez se han cumplido todas las configuraciones estamos listos para la recepción imágenes satelitales de los NOAA. (Figura XXXVII).

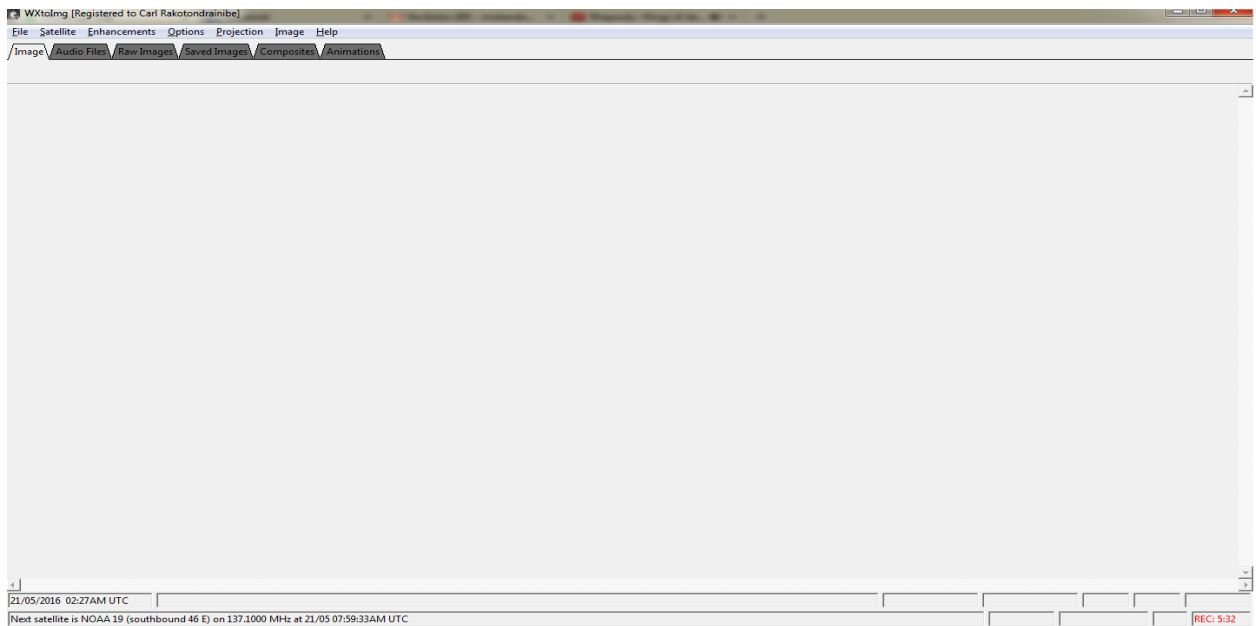


Figura XXXVII WXTOIMG

4.4. DISEÑO DE LA PÁGINA WEB

Se diseñó y construyó un sitio web para la visualización de la información obtenida por medio de la estación agrometeorológica y las imágenes satelitales el propósito principal de esta página es fácil y rápido acceso a la información por medio de dispositivos móviles, a su vez facilitar la obtención de datos al usuario donde podrá hacer consultas de los datos por medio de histogramas, para su comparación con eventos pasados o recientes. En la figura XXXVIII se puede visualizar el diagrama de alimentación y control de la página web.

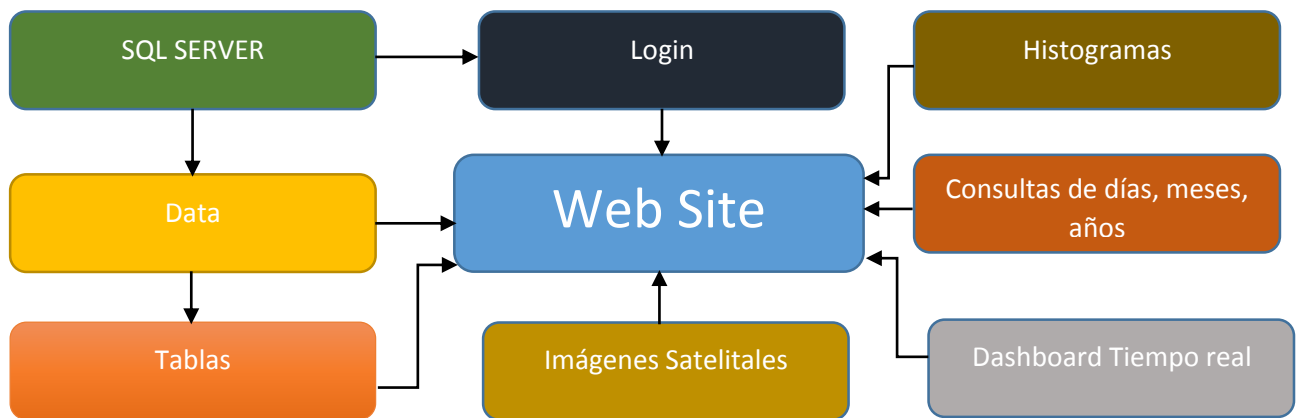


Figura XXXVIII Diagrama de bloques de la página web

4.4.1. S.Q.L Server

SQL server es el encargado de alimentar la página web con la información almacenada, para hacer las consultas de diversas clases días, meses, años, horas y minutos. En dicho software decidimos hacer una base de datos especial para el login de los usuarios y tener más seguridad en la información, ya que esta es orientada al sector privado.

SQL server está directamente conectado al software de control de LabView que se encarga del control de la estación agrometeorológica automática, esto se hizo con el propósito que toda la información censada sea almacenada de una manera segura, robusta y eficiente en una base de datos, y así tener un acceso más ordenado y rápido a la consulta de datos.

4.4.2. Visual Studio

Se utilizó el Software Visual Studio Community 2013 con licencia libre, para la construcción del sitio web, para la interacción con el usuario de una manera más eficiente e interactiva.

Anteriormente se mencionó en capítulo 2 inciso 2.9 alguna de sus características cabe mencionar que posee alta afinidad a varios tipos de lenguaje de programación como por ejemplo: Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET, java y Visual Basic .NET. Para nuestro propósito utilizamos los siguientes lenguajes:

4.4.2.1. ASP.NET Visual Basic

ASP.NET (Active Server Pages) es un framework para aplicaciones web, este lenguaje permite construir sitios webs dinámicos, aplicaciones web XML. ASP.NET puede utilizar cualquier lenguaje por la plataforma. NET framework

Visual Basic es el lenguaje principal de la interfaz del diseño de la página web esta se divide en múltiples paginas controladas por un Site Master, permitiendo la interconexión entre ellas. Visual Basic tiene un motor conocido como Common Language Runtime (CLR) permitiendo que las aplicaciones se puedan escribir en cualquier lenguaje compatible a él.

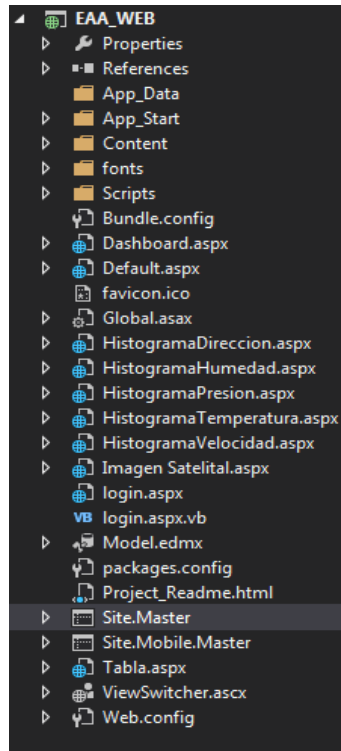


Ilustración J Server Explorer

4.4.2.2. Hightchart

Hightchart es una librería creada en JavaScript este permite la creación de graficas interactivas, instrumentos y otros medios visuales para páginas web. (Ilustración L)

Hightchart solo necesita incluir el archivo highcharts.js y cualquiera de los framework de JavaScript.

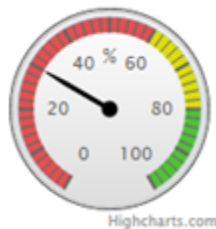


Ilustración K Gauge Hightchart

5. Análisis y presentación de resultados.

Tomando en cuenta los objetivos planteados, se logró el óptimo diseño y construcción de la estación agrometeorológica automática con adquisición de imágenes satelitales y publicación de datos en página web, siendo esta de bajo costo (ver anexo D) se adaptó a las necesidades de los usuarios.

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos del presente proyecto basado en los diseños mostrados del capítulo anterior.

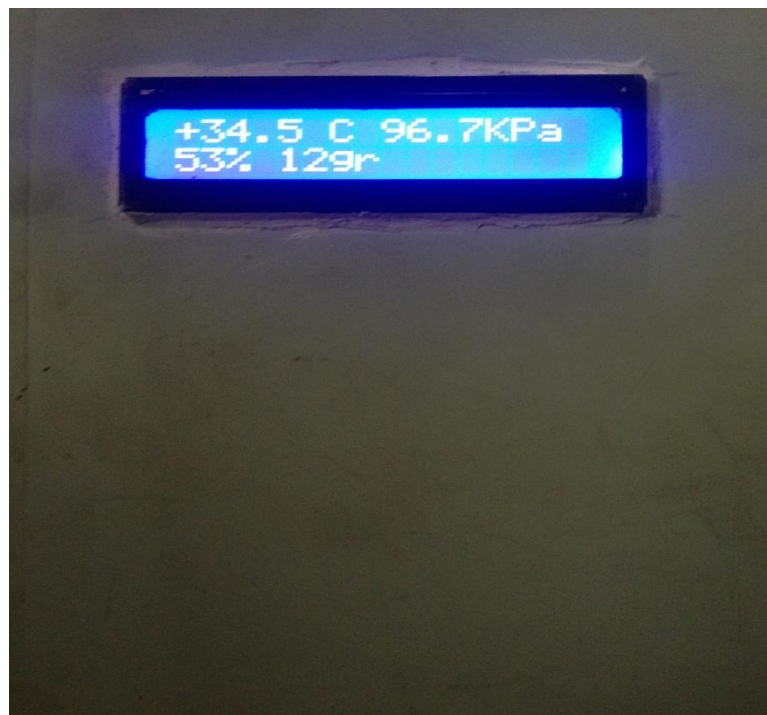


Figura XXXIX Pantalla 16 x 2 mediciones de sensores.

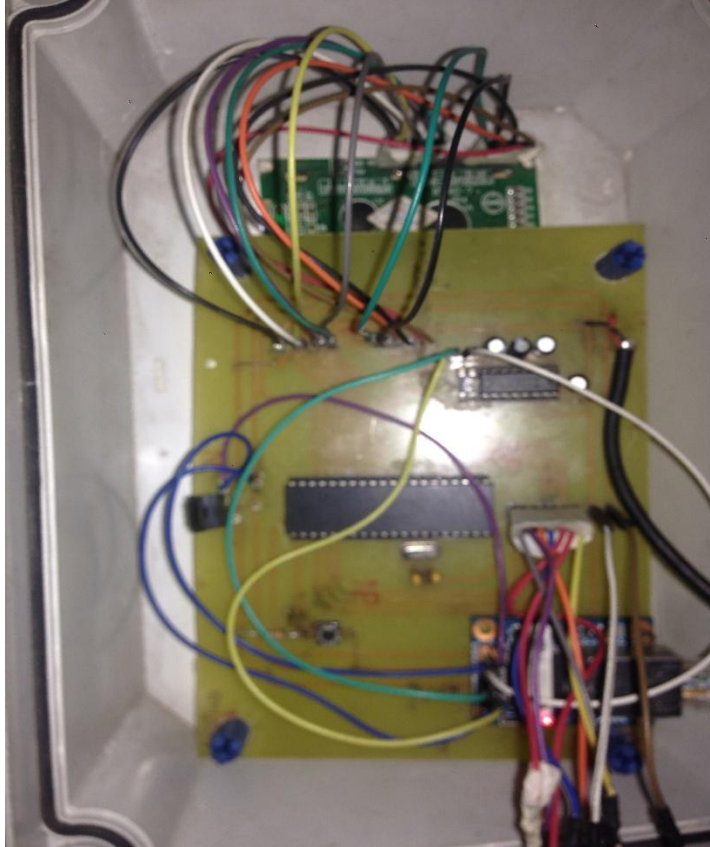


Figura XL Unidad de control, Max232, WizNet107.

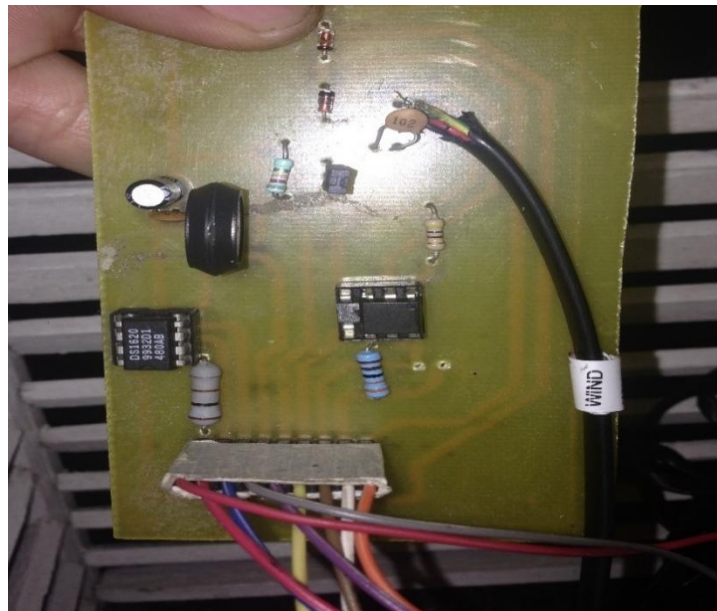


Figura XLI Sensores.



Figura XLII Antena Double Cross.

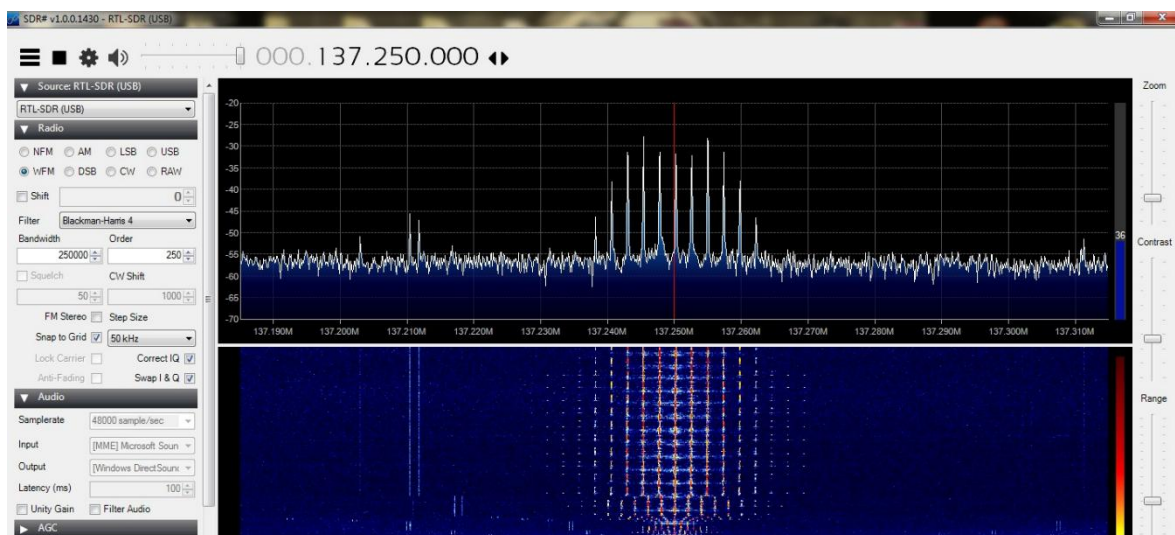


Figura XLIII Receptor SDR.

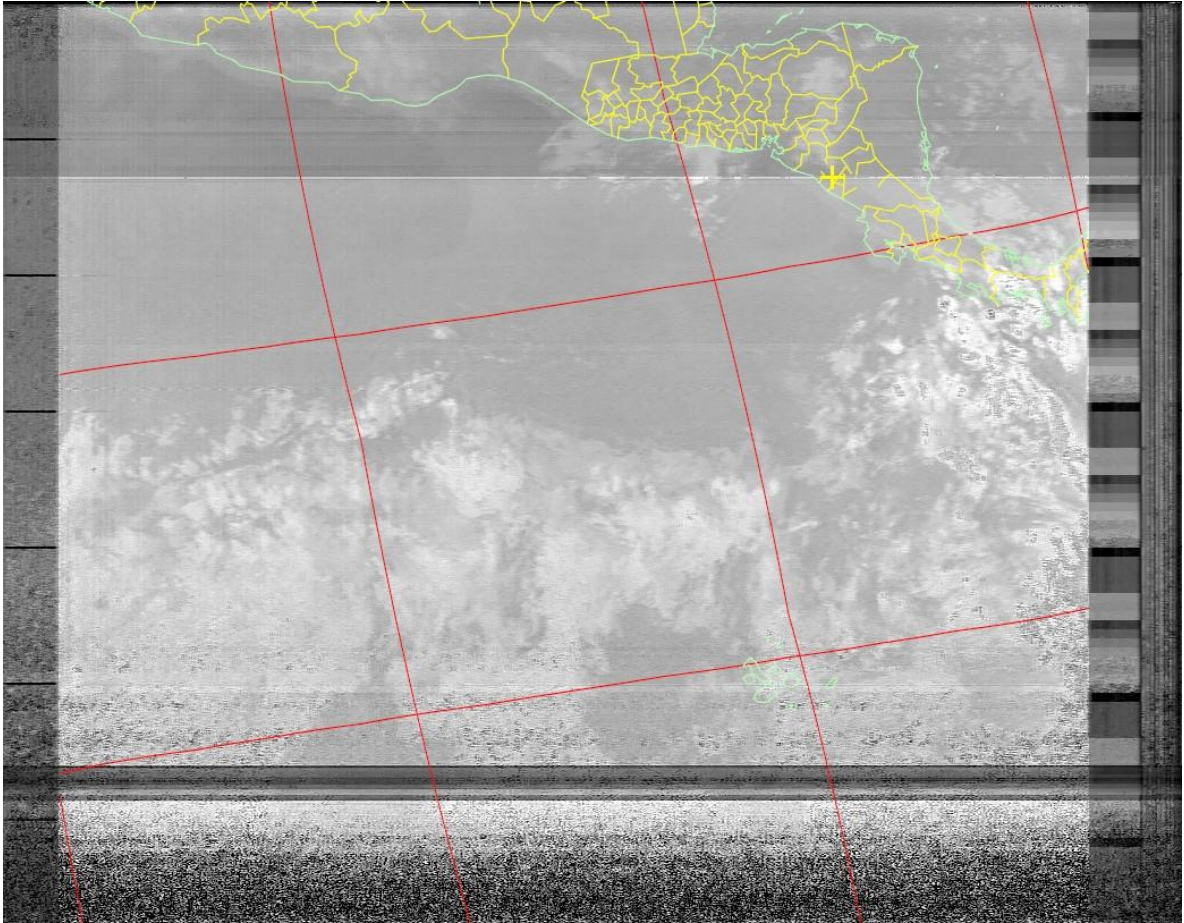


Figura XLIV NOAA 19 Imagen Satelital en escala de grises.



© 2016 - Universidad Nacional De Ingenieria.

Figura XLV Panel Frontal Pagina Web.

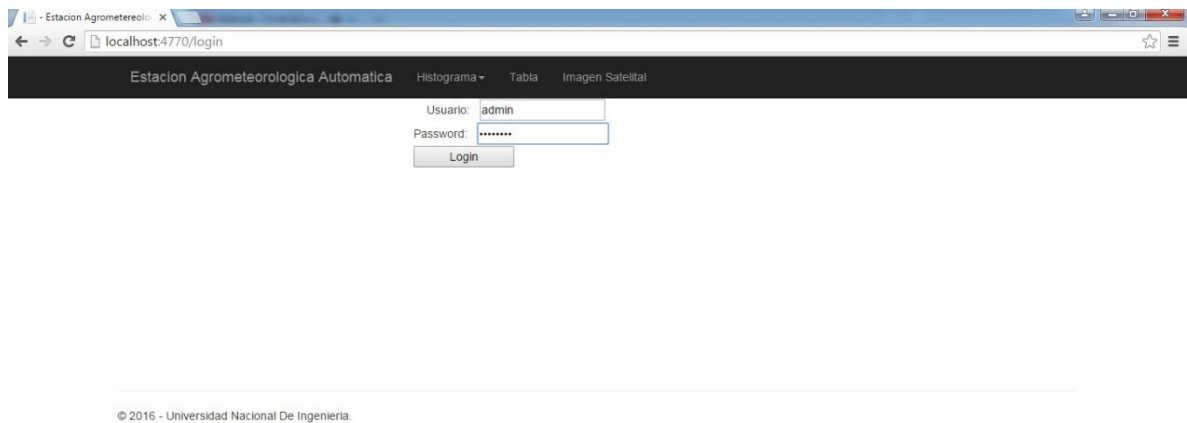


Figura XLVI Login Pagina Web.

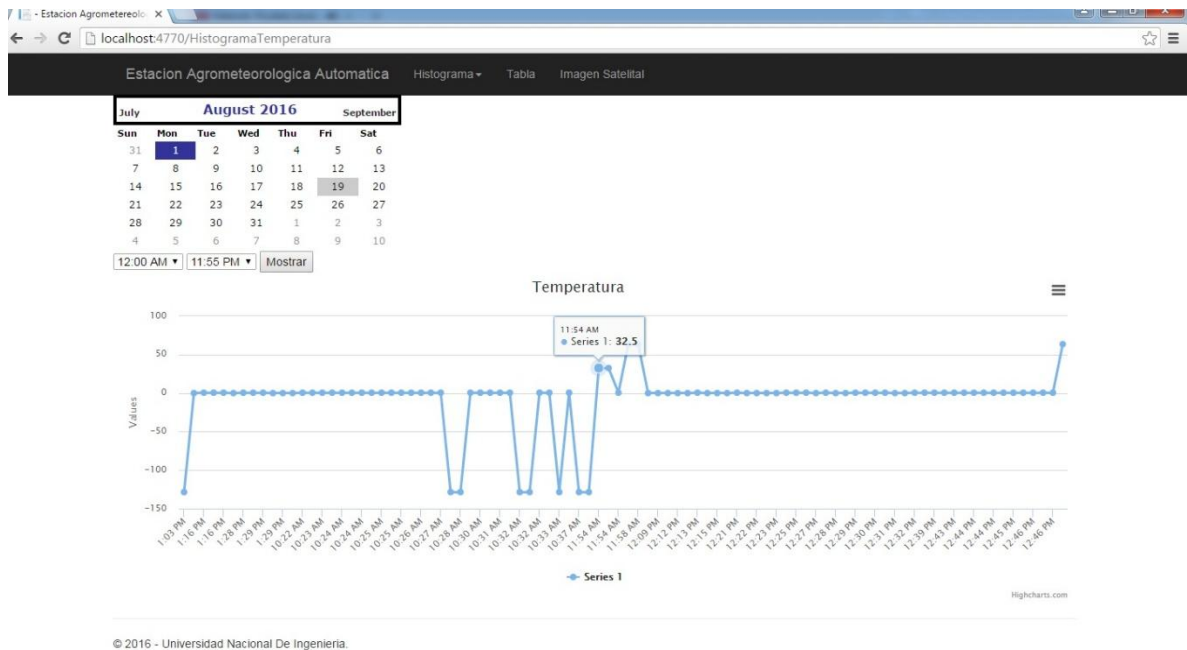


Figura XLVII Consulta de días, meses, años en la página Web.

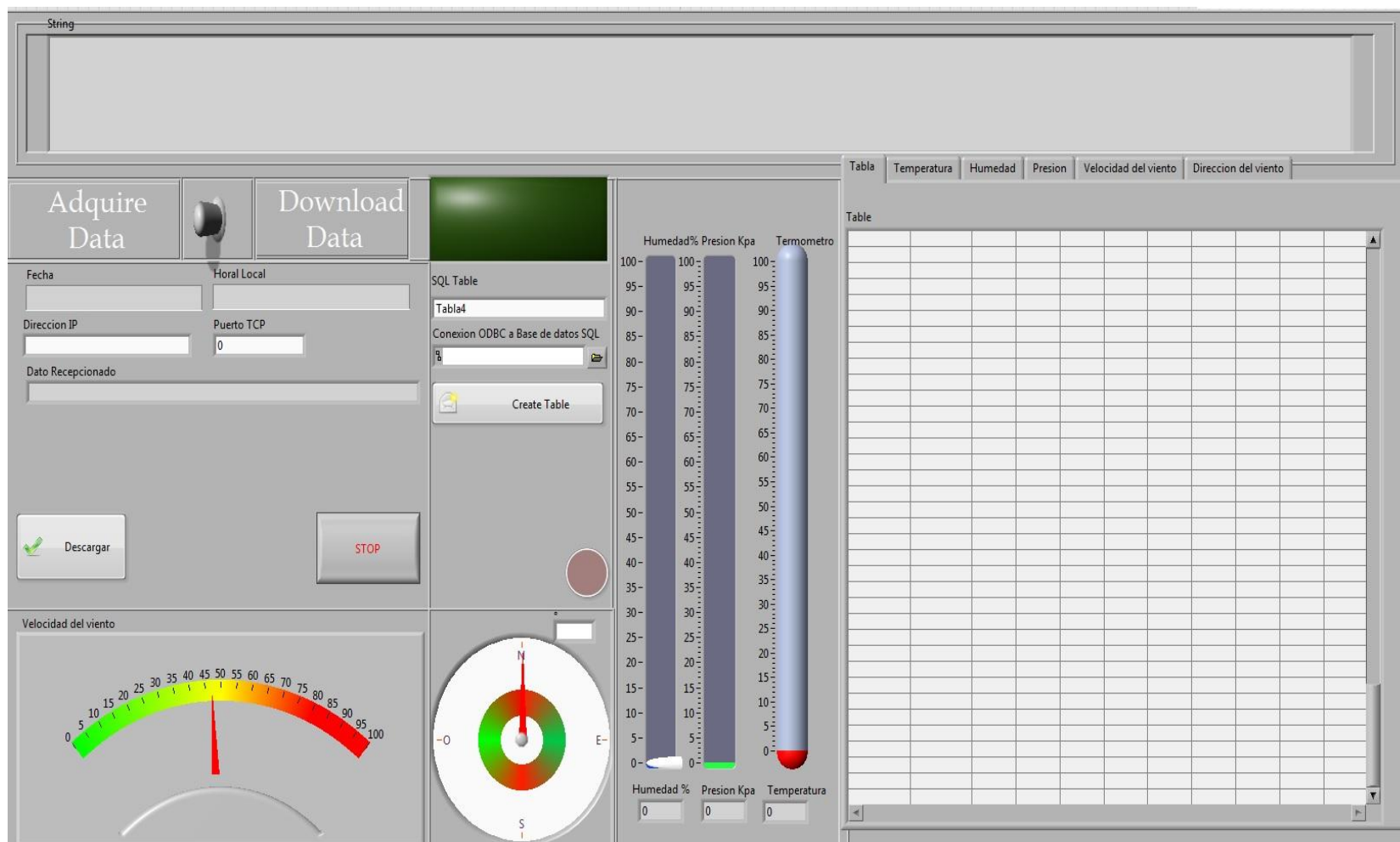


Figura XLVIII Panel LabView.

5.1. RESULTADOS

- Como resultado de este proyecto se concluyó la construcción de una estación agrometeorológica automática con adquisición de imágenes satelitales y publicación de datos en página web.
- El sistema ha demostrado una gran estabilidad y fiabilidad para la medición de las variables de temperatura, presión, humedad, velocidad y dirección del viento. El sistema permite la adquisición de imágenes satelitales, y la publicación de los datos en la página web donde se pueden manipular histogramas, comparaciones de días, meses y años, acceso de tablas y un login de seguridad.
- La interfaz gráfica trabaja adecuadamente según el hardware y los instrumentos virtuales permitiendo una visualización más cómoda al usuario.
- La página web es de fácil interacción para el usuario, haciendo cómoda la navegación del usuario, posee gráficos dinámicos para visualizar los eventos de las diferentes mediciones por medio de la fecha y la hora.
- Se estableció la comunicación y la recepción satelital para la publicación de imágenes satelitales tomada por los satélites NOAA.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1. Se realizó la construcción de la estación agrometeorológica automática, convergiendo en armonía con todos sus módulos antes explicados en este documento, permitiendo lograr la medición automática de las variables de temperatura, presión, humedad velocidad y dirección del viento. Se construyó una estructura sólida, de fácil manejo y traslado, para soportar las condiciones climáticas a la que será expuesta, se implementó el sistema de alimentación solar, cumpliendo con el primer objetivo propuesto.
2. Se concretó el desarrollo e implementación de la interface hombre maquina en LabView, permitiendo la visualización de los datos censados en instrumentos virtuales, graficas, y tablas, el almacenamiento de la información en una base de datos, cumpliendo con el segundo objetivo.
3. Se estableció un radioenlace de la estación por medio de los equipos Ubiquitis Nano Loco M2 para el centro de control. Cumpliendo el tercer objetivo
4. Se realizó la construcción de la antena Double Cross, logrando la comunicación con los satélites NOAA, permitiendo la recepción de imágenes satelitales de la región de Centroamérica. Cumpliendo el Cuarto Objetivo
5. Se construyó exitosamente el website para la publicación de datos de la estación, se realizaron las programaciones necesarias en la base de datos, para así realizar las consultas de días, meses, años, se dotó de una tabla para la disposición total de datos y la publicación de las imágenes satelitales. Todo esto se realizó de una manera ordenada e intuitiva para el usuario.

6.1. RECOMENDACIONES

1. El microcontrolador posee más puertos libres por lo cual se pueden conectar más sensores en las terminales para expandir el sistema de medición, claro es necesario agregar nuevas líneas de código para controlar los sensores y realizar cambios en el sistema de visualización de LabView.
2. Se puede hacer la publicación del sitio web en internet para tener un acceso desde cualquier lugar solo se requiere pagar el host y el dominio.
3. Se puede construir otros tipos de antena para la recepción satelital pero se requiere que sean de polarización circular. También los satélites NOAA tiene la capacidad de enviar imágenes HRPT (hight Resolution Picture Transmision).
4. Se pueden hacer modificaciones en la página web para realizar otros tipos de consulta a la información censada y presentar la comparación de datos en una sola gráfica.
5. Para distancias más grandes entre el centro de control y la estación se puede establecer una repetidora.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arango Parrado, D. A., Rincon Infante, F. E., Manrique Daza, L., & Buitrago Rojas, D. C. (2010). ESTACIÓN METEOROLÓGICA INALÁMBRICA. Umbral Científico, núm. 17, 66-72. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/304/30421294009.pdf>

Belloni, M. C., Indio, M., Rodríguez, R. O., Fernández, N. R., Moltoni, A. F., & Blasón, Á. D. (3 de julio de 2011). DESARROLLO DE UN SISTEMA DE OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS CLIMÁTICO Y AMBIENTAL. DISEÑO DE ESTACIONES AGROMETEREOLÓGICAS AUTOMÁTICAS NIMBUS THP. Obtenido de <http://www.fra.utn.edu.ar/>:
<http://www.fra.utn.edu.ar/upload/d65b696ca6b14e1f5ff3f5436ab00022.pdf>

Guardado Dávila, I., & Palacios Camacho, I. (19 de octubre de 2009). <http://ice.uaz.edu.mx/>. Obtenido de http://ice.uaz.edu.mx/c/document_library/get_file?uuid=84ce1e0b-abb8-48d2-8a5c6c319da5958b&groupId=54327

Bejarano, M. (28 de febrero de 2015). Nicaragua tiene mucho potencial en agricultura. El Nuevo Diario.

Cisco. (2004). CCNA Exploration 4.0 Aspectos básicos de Networking. Cisco.

Bejarano, M. (05 de Febrero de 2016). Agricultores tendrán más información meteorológica. EL NUEVO DIARIO.

Castellón, L. B. (22 de Octubre de 2015). Tecnología puede revolucionar el agro. LA PRENSA.

Europea, U. (18 de Enero de 2016). Comunidad de Madrid. Obtenido de http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/GuiaEmprendedor/tema7/F49_7.9_WEB.pdf

MathWorks. (18 de 02 de 2016). <http://es.mathworks.com/>. Obtenido de http://es.mathworks.com/products/matlab/index.html?s_tid=gn_loc_drop

MicroEngineering Labs, Inc. (18 de Febrero de 2016). <http://melabs.com>. Obtenido de http://melabs.com/resources/win_ide.htm

Microsoft. (18 de enero de 2015). Microsoft SQL Server. Obtenido de <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb545450.aspx>

Real Academia Española. (1970). Diccionario de la Lengua Española. En Diccionario de la Lengua Española (págs. 1258, 167, 708, 86,1327). Madrid: ESPASA- CALPE, S.A.

Visual Studio. (18 de Enero de 2016). Visual studio. Obtenido de <https://www.visualstudio.com/products/visual-studio-community-vs>

Vizcaíno, J. R. (2012). LABVIEW: Entorno gráfico de programación.

ANGULO, José, Microcontroladores PIC, 2ª edición, editorial McGrawHill, Madrid 2000, páginas 21-78, 129-201.

LEDESMA, Manuel, Climatología y Meteorología Agrícola, 1a edición, editorial Thomson, Madrid, 200, página, 1-83.

REYES, Carlos, Microcontroladores, 1ª edición, editorial Gráficas Ayerve, Quito octubre del 2004, páginas 27-33, 118-162.

Hubbard, K.G., 1994: Measurement systems for agricultural meteorology. In: Handbook of Agricultural Meteorology (J.F. Griffiths, ed.). New York, Oxford University Press.

Stigter, C.J. and V.M.M. Musabilha, 1982: The conservative ratio of photosynthetically active to total radiation in the tropics. J. Appl. Ecol.,19:853–858.

Monteith, J.L. and M.H. Unsworth, 2007: Principles of Environmental Physics. Third edition. London, Edward Arnold.

Anexo A: Estación agrometeorológica

7.1. A.1. CÓDIGO DEL MICROCONTROLADOR EN C

```
*****

/* Name   : EstacionMetereologica.BAS                      *

/* Author: [Obando Marcelo]                                *

/* Notice: Copyright (c) 2014 [[Obando Marcelo] *

/*       : All Rights Reserved                             *

/* Date   : 11/08/2016                                     *

/* Version : 1.0                                           *

/* Notes  :                                                *

/*       :                                                *

*****

*****

'-----

'-----Inicialización-----

'-----

include "modedefs.bas" 'modos de comunicación

define LCD_DREG PORTB 'defino pines del LCD del puerto B

define LCD_DBIT 0 'pines de datos desde B0, B1, B2, B3

define LCD_RSREG PORTB 'defino el pin para el bit RS del LCD

define LCD_RSBIT 5 'RS en el pin B5
```

```

define LCD_EREG PORTB 'defino para conectar el bit Enable del LCD

define LCD_EBIT 4 'Enable en el pin B4

TRISA=%00001110 'el puerto A 1,2,3 son de entrada

ADCON1=%00000010 'registro de configuración de pines según Tabla PCFG3-0

'de Pic 16F877x configurar el puertos A 0,1,2,3,4

'en conversores A/D

'-----

'-----Definición de pines para DS 1620-----

'-----

RST var portd.3 'defino pin D3 para RST del DS 1620

DQ var portc.4 'defino pin C4 para DQ del DS 1620

CLK var portc.5 'defino pin C5 para CLK del DS 1620

'-----

'-----Variables-----

'-----

st var word 'variable temperatura capacidad 65535

stp var word 'variable temperatura positiva con capacidad hasta 65535

stn var word 'variable temperatura negativa con capacidad hasta 65535

sp var word 'variable presión, capacidad 65535

sptp var word 'variable presión, temperatura positiva capacidad 65535

sptn var word 'variable presión, temperatura negativa capacidad 65535

ernp var word 'error variable presión, temperatura negativa

```

vp var word 'voltaje de salida del sensor presión

sh var word 'variable humedad relativa (HR), capacidad 65535

shtp var word 'variable HR, temperatura positiva capacidad 65535

shtn var word 'variable HR, temperatura negativa capacidad 65535

vhr var word 'voltaje de salida del sensor HR

hr var word 'valor HR sin corrección de temperatura

sdv var word 'variable dirección de viento, capacidad 65535

vdv var word 'voltaje de salida de la veleta

gr var word 'variable para los grados

revo var word 'variable velocidad del viento, capacidad hasta 65535

svv var word 'variable velocidad del viento, capacidad hasta 65535

inserial var byte 'dato de entrada serial de la PC

seguir var word 'condicho para seguir descargando

dato_t var word 'dato a enviar temperatura

dato_p var word 'dato a enviar presión

dato_hr var word 'dato a enviar HR

dato_dv var word 'dato a enviar dirección viento

dato_vv var word 'dato a enviar velocidad viento

direc var word 'dato dirección grabar

lec var word 'dato dirección lectura

des_t var word 'dato a enviar temperatura en descarga

desUDC_p var word 'dato a enviar presión en descarga

```

desd_p var word 'dato a enviar presión en descarga
des_hr var word 'dato a enviar HR en descarga
desDC_dv var word 'dato a enviar dirección viento en descarga
desU_dv var word 'dato a enviar dirección viento en descarga
desUD_vv var word 'dato a enviar velocidad viento en descarga
desd_vv var word 'dato a enviar velocidad viento en descarga
gUDC_p var word 'dato a grabar de la presión, unidades decenas y centenas
gd_p var word 'dato a grabar de la presión, decimales
gDC_dv var word 'dato a grabar de la dirección del viento, unidades y decenas
gU_dv var word 'dato a grabar de la dirección del viento, decimales
gUD_vv var word 'dato a grabar de la velocidad del viento y unidades
gd_vv var word 'dato a grabar de la velocidad del viento, decimales
grav_dat var word 'variable condicional para grabar
direc=3000 'valor de 3500 para direcciones. grabar
lec=3000 'valor de 3500 para direcciones, lectura
'-----INICIO-----

inicio:

lcdout $fe,1," ESPERANDO DATO " 'despliega mensaje de espera de ordenes de la Pc
lcdout $fe,$C6,"ESPE"

serin portc.7,T9600,inserial  'espera por dato serial y lo guarda

if inserial="A" then temp      'si es A comienza a adquirir datos a la Pc

if inserial="D" then descargar 'si es D comienza a descargar 48 datos cada orden

```



```

goto temp          'ejecuta o va hacia inicio

'-----Variable Temperatura-----

'-----

temp:

lcdout $fe,1," ENVIANDO DATOS " 'mensaje en LCD que se esta adquiriendo datos

low RST            'reseteo el DS1620

RST=1              'habilita al DS1620

shiftout DQ,CLK,LSBFIRST,$EE] 'inicio de conversión

RST=0              'deshabilita al DS1620

pause 1000         'tiempo para la conversión del dato en digital

RST=1              'habilita al DS1620

shiftout DQ,CLK,LSBFIRST,$AA] 'comando para la lectura

shiftin DQ,CLK,LSBPRES,[st\9]  'lectura de 9 bits de temperatura

RST=0              'deshabilita al DS1620

if (st<=249) then   'condición para st si es menor a 250 va a la

gosub temp_pos      'subrutina tem_pos

else                'caso contrario, datos mayores va a la subrutina

gosub temp_neg      'temp_neg

endif               'termina el IF

goto pres           'continua la ejecución en pres

'-----

'-----Variable Presión-----

```

'-----

pres:

ADCON0=%01011001 'registro de control para conversor A/D, bit: 7 y 6

'01 frecuencia del reloj para la conversión Fosc/8,

'Tad=8*Tosc=2 us;bit: 5,4,3 011 selección del canal, 3

'bit 2, 0 conversión no se inicia (1 conversión inicia),

'bit 1, 0 no importa;bit:0, 1 se activa el C A/D

GOSUB leer 'va a la subrutina leer

sp=ADRESH 'sp toma el valor de ADRESH registro de la conversión

if (st<=250) then 'condición para temperatura positiva o 0 C

gosub pres_tp 'subrutina pres_tp

else 'caso contrario, para datos negativos de temperatura

gosub pres_tn 'subrutina pres_tn

endif 'termina el IF

goto hum 'continua la ejecución en hum

'-----

'-----Variable Humedad Relativa-----

'-----

hum:

ADCON0=%01010001 'registro de control para conversor A/D, bit: 7 y 6

'01 frecuencia del reloj para la conversión Fosc/8,

'Tad=8*Tosc=2 us;bit: 5,4,3 010 selección del canal, 2

'bit 2, 0 conversión no se inicia (1 conversión inicia),

'bit 1, 0 no importa; bit: 0, 1 se activa el C A/D

GOSUB leer 'va a la subrutina leer

sh=ADRESH 'sh toma el valor de ADRESH registro de la conversión

if (st<=250) then 'condición para temperatura positiva o 0° C

gosub hum_tp 'subrutina hum_tp

else 'caso contrario, para datos negativos de temperatura

gosub hum_tn 'subrutina hum_tn

endif 'termina el IF

goto dirv 'continua la ejecución en dirv

'-----

'-----Variable Dirección del Viento-----

'-----

dirv:

ADCON0=%01001001 'registro de control para conversor A/D, bit: 7 y 6

'01 frecuencia del reloj para la conversión $F_{osc}/8$,

' $T_{ad}=8 \cdot T_{osc}=2 \text{ us}$; bit: 5, 4, 3 001 selección del canal, 1

'bit 2, 0 conversión no se inicia (1 conversión inicia),

'bit 1, 0 no importa; bit: 0, 1 se activa el C A/D

GOSUB leer 'va a la subrutina leer

sdv=ADRESH 'sdv toma el valor de ADRESH registro de la conversión

vdv=sdv*200 'vdv valor del voltaje de entrada $v_{out}=(sdv/255) \cdot V_s$

$gr = vdv / 142$ 'vout=(sdv*100)(5*100/255)=(sdv*100)(2)=sdv*200

'gr valor en grados $gr = vdv / (14e-2) \rightarrow gr = vdv / 0,014$

'360° -> 5 v dc, 1° -> 0,014 v dc aproximadamente

'ajustamos el valor respecto a el valor de 0 a 255

' $360 = (255 * 200) / x \rightarrow x = 141,7 = 142$

lcdout \$fe,\$c4,#gr,"gr" 'Mostrar dirección del viento, gr de 1 a 360,no altera en

dato_dv=0 'dato_dv es limpiado

dato_dv=gr 'dato_dv toma el valor de gr

goto velv 'continua la ejecución en velv

'-----

'-----Variable Velocidad del Viento-----

'-----

velv:

count portb.6,15000,revo 'cuenta el número de vueltas del anemómetro

svv=revo/15 'en 15 segundos

svv=svv*47 'se multiplica por la distancia que tiene c/vuelta

svv=svv/10 '0,47 m, $v = d/t$, en 1 segundo da 2 vueltas $v = 0,94$ m/1s

lcdout \$fe,\$c9,#(svv dig 2),#(svv dig 1),".",#(SVV dig 0),"m/s" 'muestra el valor de vv en el LCD de 0 a 78 m/s

pause 2000 'velocidad viento svv se divide para 10, en m/s

dato_vv=0 'dato_vv es limpiado

dato_vv=svv 'dato_vv toma el valor de svv

gosub datos 'continua la ejecución en datos

gosub grabar 'continua la ejecución en grabar

goto temp 'continua la ejecución

end

'-----

'-----Subrutinas-----

'-----

'-----lectura del C A/D-----

leer: 'subrutina para leer C A/D

PAUSEUS 50 'pausa para setear el canal en us

ADCON0.2=1 'bit 2 de ADCON en 1 inicia la conversión

PAUSEUS 20 'pausa para la conversión en us

return 'continua en la declaración que sigue al último GOSUB

'-----Enviar datos a la PC-----

datos:

pause 100 'pausa de 0,5 s

serout portc.6,T9600,[#(dato_t dig 2),#(dato_t dig 1),#(dato_t dig 0),#(dato_p dig 2),#(dato_p dig 1),#(dato_p dig 0),#(dato_hr dig 2),#(dato_hr dig 1),#(dato_hr dig 0),#(dato_dv dig 2),#(dato_dv dig 1),#(dato_dv dig 0),#(dato_vv dig 2),#(dato_vv dig 1),#(dato_vv dig 0),#13]

pause 100 'serout --> temperatura + dato_t en la PC dividimos para 2

'temperatura - dato_t en la PC (512-dato)/2

'en °C

'serout--> presión, el dato_p se divide para 10 en la PC en KPa

'serout--> HR, dato_hr de 1 a 100 no se altera en la PC en %

'serout->dirección del viento, dato_dv de 1 a 360,no altera en

'la PC dato en grados

'serout -->velocidad viento dato_vv se divide para 10 en la PC

'en m/s

return 'continua en la declaración que sigue al ultimo GOSUB

'-----Temperatura positiva-----

temp_pos: 'subrutina para temp +

stp=st 'temperatura positiva, 1 a 250

lcdout \$fe,1,"+",#(stp>>1),".",#(stp.0*5)," C " 'muestra valor temp + en LCD

'stn/2 valor igual a stp>>1

' stp.0 valor primero derecha de stp * 5

'41-> 1*5= 5; 40-> 0*5=0

dato_t=0 'dato_t es limpiado

dato_t=stp 'dato_t toma el valor de stp

return 'continua en la declaración que sigue al último GOSUB

'-----Temperatura negativa-----

temp_neg: 'subrutina para temp -

stn=st 'temperatura negativa

stn=(512-stn) 'valor de temperatura, 1 a 110

lcdout \$fe,1,"-",#(stn>>1),".",#(stn.0*5)," C " 'muestra valor temp - en LCD

'stn/2 valor igual a stn>>1

'stn.0 valor primero derecha de stn * 5

'41-> 1*5= 5; 40-> 0*5=0

dato_t=0 'dato_t es limpiado

dato_t=stn 'dato_t toma el valor de stn

return 'continua en la declaración que sigue al último GOSUB

'-----Presion con Temperatura positiva-----

pres_tp:

'consideramos hasta 85°C, se desprecia a mayores

'para t >85°C se debe cambiar el Temp.Factor de 1 por y=(t-65)/20

'VOUT=VS*(0.009*P-0.095)±(Pressure Error*Temp.Factor*0.009*VS)

'VS = 5.1 ± 0.25 V dc --> VS = 5 V dc alimentación

sptp=0 'variable para presión + = 0, limpia

vp=(50000/256)*sp ' vout=5*(sp/256)

sptp=(vp+4750)/45 'error --> ±(Pressure Error*Temp.Factor*0.009*VS)=±0,01035

'Pressure Error=0,156, calculado Vout=2,80(medido) con

'Vout=2,79 de formula por lo tanto se desprecia el error

'0,156 KPa se encuentra en la banda de Pressure Error max ±1,5 KPa

lcdout \$fe,\$88,#{sptp/10},".",#{sptp dig 0},"KPa" 'escribe desde la 9 casilla

'ejem, 721->72.1 KPa

dato_p=0 'dato_p es limpiado

dato_p=sptp 'dato_p toma el valor de sptp

```

return 'continua en la declaración que sigue al último GOSUB

'-----Presion con Temperatura negativa-----

pres_tn:

'VOUT=VS*(0.009*P-0.095)±(Pressure Error*Temp.Factor*0.009*VS)

'VS = 5.1 ± 0.25 V dc --> VS = 5 V dc alimentación

vp=(50000/256)*sp 'voltaje de salida del sensor

stn=(10*stn)/2 '*10 ; ecuación para determinar Temp.Factor y=-(1/20)*t+1

ernp=100+(stn/2) '* 100 ; t -> en grados Celsius

ernp=(675/10)*ernp (ernp*675)/10

ernp=ernp/10000

sptn=(vp+4750)/45

sptn=sptn+ernp 'error-> ±(Pressure Error*Temp.Factor*0.009*VS)=±ernp

lcdout $fe,$88, #(sptn/10), ".", #(sptn dig 0), "KPa" 'escribe desde la 9 casilla

'ejem, 721->72.1 KPa

dato_p=0 'dato_p es limpiado

dato_p=sptn 'dato_p toma el valor de sptn

return 'continua en la declaración que sigue al último GOSUB

'-----Humedad Relativa con Temperatura positiva-----

hum_tp:

st=(10*st)/2 'valor de la temperatura

vhr=(50000/256)*sh 'voltaje de salida del sensor

hr=(vhr-9580) 'valor humedad sin corrección

```



```

shtp=hr/((1055-((22*st)/100))/10)

shtp=(shtp*100)/307 'valor HR con corrección de temperatura

lcdout $fe,$c0,#shtp,"% " 'muestra en LCD la HR con temp +

dato_hr=0 'dato_hr es limpiado

dato_hr=shtp 'dato_hr toma el valor de shtp

return 'continua en la declaración que sigue al último GOSUB

'-----Humedad Relativa con Temperatura negativa-----

hum_tn:

st=512-st

st=(10*st)/2 'valor de la temperatura

vhr=(50000/256)*sh 'voltaje de salida del sensor

hr=(vhr-9580) 'valor humedad sin corrección

shtn=hr/((1055+((22*st)/100))/10)

shtn=(shtn*100)/307 'valor HR con corrección de temperatura

lcdout $fe,$c0,#shtn,"% " 'muestra en LCD la HR con temp -

dato_hr=0 'dato_hr es limpiado

dato_hr=shtn 'dato_hr toma el valor de shtn

return 'continua en la declaración que sigue al último GOSUB

'-----Grabar datos-----

grabar:

if (direc<=8190) then 'condición para direc<=8190, para ejecutar las sentencias

write direc,dato_t 'graba dato_t en direc

```

```

direc=direc+1 'incrementa dirección a grabar

gUDC_p=dato_p/10 'unidades decenas y centenas del dato_p

gd_p=dato_p DIG 0 'datos decimales de dato_p

WRITE direc,gUDC_p 'graba unidades, decenas y centenas de dato_p en direc+1

direc=direc+1 'incrementa dirección a grabar

WRITE direc,gd_p 'graba datos decimales de prom_p en direc+1

direc=direc+1 'incrementa dirección a grabar

WRITE direc,dato_hr 'graba dato_hr en direc+1

direc=direc+1 'incrementa dirección a grabar

gDC_dv=dato_dv/10 'decenas y centenas de dato_dv

gU_dv=dato_dv dig 0 'unidades del dato_dv

WRITE direc,gDC_dv 'graba decenas y centenas, dato_dv en direc+1

direc=direc+1 'incrementa dirección a grabar

WRITE direc,gU_dv 'graba unidades, dato_dv en direc+1

direc=direc+1 'incrementa dirección a grabar

gUD_vv=dato_vv/10 'unidades y decenas de dato_vv

gd_vv=dato_vv dig 0 'datos decimales de dato_vv

WRITE direc,gUD_vv 'graba gUD_vv en direc+1

direc=direc+1 'incrementa dirección a grabar

WRITE direc,gd_vv 'graba gd_vv en direc+1

direc=direc+1 'incrementa dirección a grabar

endif 'terminación del IF

```

return 'continua en la declaración que sigue al último GOSUB

'-----Descargar datos-----

descargar:

while lec<=8190 'Ejecuta declaraciones mientras la condición sea cierta lec<=8190

seguir=0 'la variable seguir =0

while seguir<=1 'condición de descarga de 48 datos generales

seguir=seguir+1 'incrementa variable seguir

READ lec,des_t 'lee lec, en des_t

lec=lec+1 'incrementa variable lec

READ lec,desUDC_p 'lee lec+1

lec=lec+1 'incrementa variable lec

READ lec,desd_p 'lee lec+1

lec=lec+1 'incrementa variable lec

READ lec,des_hr 'lee lec+1, en des_hr

lec=lec+1 'incrementa variable lec

READ lec,desDC_dv 'lee lec+1

lec=lec+1 'incrementa variable lec

READ lec,desU_dv 'lee lec+1

lec=lec+1 'incrementa variable lec

READ lec,desUD_vv 'lee lec+1

lec=lec+1 'incrementa variable lec

READ lec,desd_vv 'lee lec+1

lec=lec+1 'incrementa variable lec

pause 1200

serout portc.6,T9600,[#(des_t dig 2),#(des_t dig 1),#(des_t dig 0),#(gUDC_p dig 1),#(gUDC_p dig 0),#(gd_p dig 0),#(des_hr dig 2),#(des_hr dig 1),#(des_hr dig 0),#(gDC_dv dig 1),#(gDC_dv dig 0),#(gU_dv dig 0),#(gUD_vv dig 1),#(gUD_vv dig 0),#(gd_vv dig 0),#14]

'serout --> temperatura + des_t en la PC dividimos para 2

' temperatura - des_t en la PC (512-dato)/2

' en °C

'serout--> presión, el des_p se divide para 10 en la PC en KPa

'serout--> HR, des_hr de 1 a 100 no se altera en la PC en %

'serout->dirección del viento, des_dv de 1 a 360,no altera en

'la PC dato en grados

'serout -->velocidad viento des_vv se divide para 10 en la PC

'en m/s

wend 'finaliza while cuando cumpla la condición

goto seg 'ejecute seg

wend 'terminación del WHILE

return 'continua en la declaración que sigue al último gosub

seg:

lcdout \$fe,1,"-----SEGUIR-----" 'pregunta si desea seguir descargando datos

lcdout \$fe,\$c0,"DESCARGANDO?????"

serin portc.7,T9600,inserial 'espera por dato serial y lo guarda

if inserial="Y" then descargar 'si es si envía a que ejecute descargar

if inserial="N" then temp 'si es no envía que se ejecute tem para adquirir datos

goto seg 'ejecuta seg hasta que ingrese el dato serial.

7.2. A.2. SENSORES

Sensor Digital de temperatura DS1620

The DS1620 Digital Thermometer and Thermostat provides 9-bit temperature readings which indicate the temperature of the device. With three thermal alarm outputs, the DS1620 can also act as a thermostat. THIGH is driven high if the DS1620's temperature is greater than or equal to a user-defined temperature TH. TLOW is driven high if the DS1620's temperature is less than or equal to a user-defined temperature TL. TCOM is driven high when the temperature exceeds TH and stays high until the temperature falls below that of TL.

User-defined temperature settings are stored in non-volatile memory, so parts can be programmed prior to insertion in a system, as well as used in stand-alone applications without a CPU. Temperature settings and temperature readings are all communicated to/from the DS1620 over a simple 3-wire interface. (Figure A1)

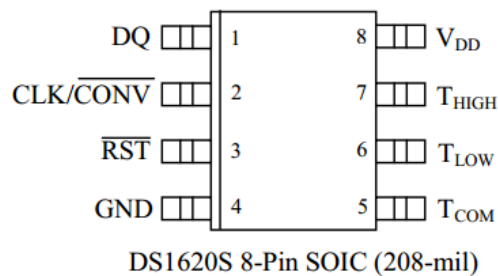


Figure A 1 Descripción de pines

FEATURES

- Requires no external components
- Supply voltage range covers from 2.7V to 5.5V
- Measures temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ in 0.5°C increments. Fahrenheit equivalent is -67°F to $+257^{\circ}\text{F}$ in 0.9°F increments
- Temperature is read as a 9-bit value
- Converts temperature to digital word in 1 second (max)
- Thermostatic settings are user-definable and non-volatile
- Data is read from/written via a 3-wire serial interface (CLK, DQ, RST)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

- 8-pin DIP or SOIC (208 mil) packages.

PIN DESCRIPTION

- DQ – 3-Wire Input/Output
- CLK/CONV – 3-Wire Clock Input and
- Stand-alone
- Convert Input
- RST – 3-Wire Reset Input
- GND – Ground
- THIGH – High Temperature Trigger
- TLOW – Low Temperature Trigger
- TCOM – High/Low Combination Trigger
- VDD – Power Supply Voltage (3V – 5V)

OPERATION—MEASURING TEMPERATURE

A block diagram of the DS1620 is shown in Figure A2. The DS1620 measures temperatures through the use of an on-board proprietary temperature measurement technique. A block diagram of the temperature measurement circuitry is shown in Figure A3.

The DS1620 measures temperature by counting the number of clock cycles that an oscillator with a low temperature coefficient goes through during a gate period determined by a high temperature coefficient oscillator. The counter is preset with a base count that corresponds to -55°C . If the counter reaches zero before the gate period is over, the temperature register, which is also preset to the -55°C value, is incremented, indicating that the temperature is higher than -55°C .

At the same time, the counter is then preset with a value determined by the slope accumulator circuitry. This circuitry is needed to compensate for the parabolic behavior of the oscillators over temperature. The counter is then clocked again until it reaches zero. If the gate period is still not finished, then this process repeats.

The slope accumulator is used to compensate for the nonlinear behavior of the oscillators over temperature, yielding a high resolution temperature measurement. This is done by changing the number of counts necessary for the counter to go through for each incremental degree in temperature. To obtain the desired resolution, therefore, both the value of the counter and the number of counts per degree C (the value of the slope accumulator) at a given temperature must be known.

DS1620 FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM (Figure A2)

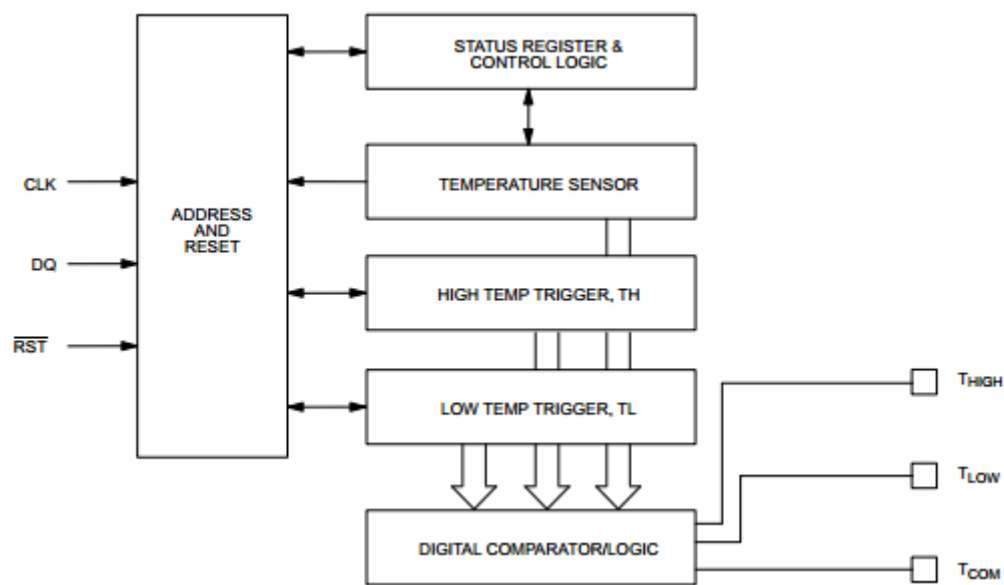


Figure A 2 Diagrama de bloques

TEMPERATURE MEASURING CIRCUITRY (Figure A3)

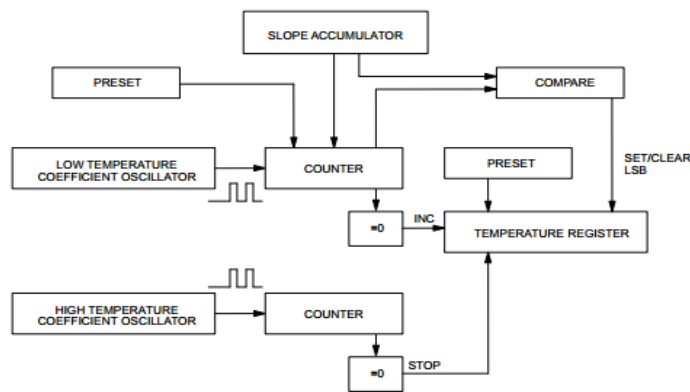


Figure A 3 Medición del circuito de temperatura

This calculation is done inside the DS1620 to provide 0.5°C resolution. The temperature reading is provided in a 9-bit, two's complement reading by issuing a READ TEMPERATURE command. Table A1 describes the exact relationship of output data to measured temperature. The data is transmitted serially through the 3-wire serial interface, LSB first. The DS1620 can measure temperature over the range of -55°C to +125°C in 0.5°C increments. For Fahrenheit usage, a lookup table or conversion factor must be used.

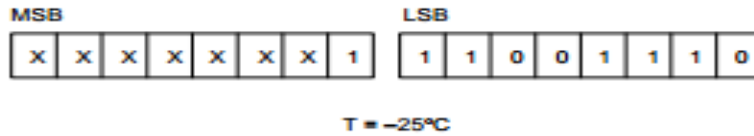
TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIPS (Table A1)

TEMP	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0 11111010	00FA
+25°C	0 00110010	0032h
+1/2°C	0 00000001	0001h
+0°C	0 00000000	0000h
-1/2°C	1 11111111	01FFh
-25°C	1 11001110	01CEh
-55°C	1 10010010	0192h

Table A 1 Lectura de los 9 bits

Since data is transmitted over the 3-wire bus LSB first, temperature data can be written to/read from the DS1620 as either a 9-bit word (taking RST low after the 9th (MSB) bit), or as two transfers of 8-bit words, with the most significant 7 bits being ignored or set to zero, as illustrated in Table1A. After the MSB, the DS1620 will output 0s.

Note that temperature is represented in the DS1620 in terms of a 1/2°C LSB, yielding the following 9-bit format:



Higher resolutions may be obtained by reading the temperature, and truncating the 0.5°C bit (the LSB) from the read value. This value is TEMP_READ. The value left in the counter may then be read by issuing a READ COUNTER command. This value is the count remaining (COUNT_REMAIN) after the gate period has ceased. By loading the value of the slope accumulator into the count register (using the READ SLOPE command), this value may then be read, yielding the number of counts per degree C (COUNT_PER_C) at that temperature. The actual temperature may then be calculated by the user using the following:

$$Temperature = TEMP_READ - 0.25 + \frac{COUNT_PER_C - COUNT_REMAIN}{COUNT_PER_C}$$

DETAILED PIN DESCRIPTION Table A2

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	DQ	Data Input/Output pin for 3-wire communication port.
2	CLK/ $\overline{\text{CONV}}$	Clock input pin for 3-wire communication port. When the DS1620 is used in a stand-alone application with no 3-wire port, this pin can be used as a convert pin. Temperature conversion will begin on the falling edge of $\overline{\text{CONV}}$.
3	$\overline{\text{RST}}$	Reset input pin for 3-wire communication port.
4	GND	Ground pin.
5	T _{COM}	High/Low Combination Trigger. Goes high when temperature exceeds TH; will reset to low when temperature falls below TL.
6	T _{LOW}	Low Temperature Trigger. Goes high when temperature falls below TL.
7	T _{HIGH}	High Temperature Trigger. Goes high when temperature exceeds TH.
8	V _{DD}	Supply Voltage. 2.7V – 5.5V input power pin.

Table A 2 Descripción de pines con detalles.

OPERATION—THERMOSTAT CONTROLS

Three thermally triggered outputs, THIGH, TLOW, and TCOM, are provided to allow the DS1620 to be used as a thermostat, as shown in Figure 3. When the DS1620's temperature meets or exceeds the value stored in the high temperature trip register, the output THIGH becomes active (high) and remains active until the DS1620's measured temperature becomes less than the stored value in the high temperature register, TH. The THIGH output can be used to indicate that a high temperature tolerance boundary has been met or exceeded, or as part of a closed loop system can be used to activate a cooling system and to deactivate it when the system temperature returns to tolerance. The TLOW output functions similarly to the THIGH output. When the DS1620's measured temperature equals or falls below the value stored in the low temperature register, the TLOW output becomes active. TLOW remains active until the DS1620's temperature becomes greater than the value stored in the low temperature register, TL. The TLOW output can be used to indicate that a low temperature tolerance boundary has been met or exceeded, or as part of a closed loop system, can be used to activate a heating system and to deactivate it when the system temperature returns to tolerance.

The TCOM output goes high when the measured temperature meets or exceeds TH, and will stay high until the temperature equals or falls below TL. In this way, any amount of hysteresis can be obtained.

THERMOSTAT OUTPUT OPERATION Figure A4

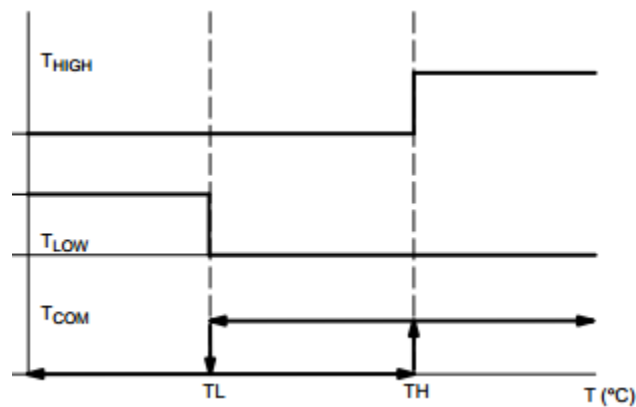


Figure A 4 Salida de operación del termostato.

OPERATION AND CONTROL

The DS1620 must have temperature settings resident in the TH and TL registers for thermostatic operation. A configuration/status register is also used to determine the method of operation that the DS1620 will use in a particular application, as well as indicating the status of the temperature conversion operation. The configuration register is defined as follows:

CONFIGURATION/STATUS REGISTER

DONE	THF	TLF	NVB	1	0	CPU	1SHOT
------	-----	-----	-----	---	---	-----	-------

Where

DONE = Conversion done bit. 1=conversion complete, 0=conversion in progress.

THF = Temperature High Flag. This bit will be set to 1 when the temperature is greater than or equal to the value of TH. It will remain 1 until reset by writing 0 into this location or by removing power from the device. This feature provides a method of determining if the DS1620 has ever been subjected to temperatures above TH while power has been applied.

TLF = Temperature Low Flag. This bit will be set to 1 when the temperature is less than or equal to the value of TL. It will remain 1 until reset by writing 0 into this location or by removing power from the device. This feature provides a method of determining if the DS1620 has ever been subjected to temperatures below TL while power has been applied.

NVB = Nonvolatile Memory Busy Flag. 1=write to an E2 memory cell in progress. 0=nonvolatile memory is not busy. A copy to E2 may take up to 10 ms.

CPU = CPU use bit. If CPU=0, the CLK/CONV pin acts as a conversion start control, when RST is low. If CPU is 1, the DS1620 will be used with a CPU communicating to it over the 3-wire port, and the operation of the CLK/CONV pin is as a normal clock in concert with DQ and RST. This bit is stored in nonvolatile E2 memory, capable of at least 50,000 writes. The DS1620 is shipped with CPU=0.

1SHOT = One-Shot Mode. If 1SHOT is 1, the DS1620 will perform one temperature conversion upon reception of the Start Convert T protocol. If 1SHOT is 0, the DS1620 will continuously

perform temperature conversion. This bit is stored in nonvolatile E2 memory, capable of at least 50,000 writes. The DS1620 is shipped with 1SHOT=0.

For typical thermostat operation, the DS1620 will operate in continuous mode. However, for applications where only one reading is needed at certain times, and to conserve power, the one-shot mode may be used. Note that the thermostat outputs (THIGH, TLOW, TCOM) will remain in the state they were in after the last valid temperature conversion cycle when operating in one-shot mode.

OPERATION IN STAND-ALONE MODE

In applications where the DS1620 is used as a simple thermostat, no CPU is required. Since the temperature limits are nonvolatile, the DS1620 can be programmed prior to insertion in the system. In order to facilitate operation without a CPU, the CLK/CONV pin (pin 2) can be used to initiate conversions. Note that the CPU bit must be set to 0 in the configuration register to use this mode of operation. Whether CPU=0 or 1, the 3-wire port is active. Setting

CPU=1 disables the stand-alone mode.

To use the CLK/CONV pin to initiate conversions, RST must be low and CLK/CONV must be high. If CLK/ CONV is driven low and then brought high in less than 10 ms, one temperature conversion will be performed and then the DS1620 will return to an idle state. If CLK/ CONV is driven low and remains low, continuous conversions will take place until CLK/CONV is brought high again. With the CPU bit set to 0, the CLK/CONV will override the 1-shot bit if it is equal to 1. This means that even if the part is set for one-shot mode, driving CLK/ CONV low will initiate conversions.

3-WIRE COMMUNICATIONS

The 3-wire bus is comprised of three signals. These are the RST (reset) signal, the CLK (clock) signal, and the DQ (data) signal. All data transfers are initiated by driving the RST input high. Driving the RST input low terminates communication. (See Figures 4 and 5.) A clock cycle is a sequence of a falling edge followed by a rising edge. For data inputs, the data must be valid during the rising edge of a clock cycle. Data bits are output on the falling edge of the clock, and remain

valid through the rising edge. When reading data from the DS1620, the DQ pin goes to a high impedance state while the clock is high. Taking RST low will terminate any communication and cause the DQ pin to go to a high impedance state. Data over the 3–wire interface is communicated LSB first. The command set for the 3–wire interface as shown in Table 3 is as follows.

Read Temperature [AAh]

This command reads the contents of the register which contains the last temperature conversion result. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

Write TH [01h]

This command writes to the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock in the 9–bit temperature limit which will set the threshold for operation of the THIGH output.

Write TL [02h]

This command writes to the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock in the 9–bit temperature limit which will set the threshold for operation of the TLOW output

Read TH [A1h]

This command reads the value of the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock out the 9–bit temperature limit which sets the threshold for operation of the THIGH output.

Read TL [A2h]

This command reads the value of the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock out the 9–bit temperature limit which sets the threshold for operation of the TLOW output.

Read Counter [A0h]

This command reads the value of the counter byte. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

Read Slope [A9h]

This command reads the value of the slope counter byte from the DS1620. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

Start Convert T [EEh]

This command begins a temperature conversion. No further data is required. In one-shot mode, the temperature conversion will be performed and then the DS1620 will remain idle. In continuous mode, this command will initiate continuous conversions.

Stop Convert T [22h]

This command stops temperature conversion. No further data is required. This command may be used to halt a DS1620 in continuous conversion mode. After issuing this command, the current temperature measurement will be completed, and then the DS1620 will remain idle until a Start Convert T is issued to resume continuous operation.

Write Config [0Ch]

This command writes to the configuration register. After issuing this command, the next eight clock cycles output the value of the configuration register.

Read Config [ACh]

This command reads the value in the configuration register. After issuing this command, the next eight clock cycles output the value of the configuration register.

DS1620 COMMAND SET Table A3

INSTRUCTION	DESCRIPTION	PROTOCOL	3-WIRE BUS DATA AFTER ISSUING PROTOCOL	NOTES
TEMPERATURE CONVERSION COMMANDS				
Read Temperature	Reads last converted temperature value from temperature register.	AAh	<read data>	
Read Counter	Reads value of count remaining from counter.	A0h	<read data>	
Read Slope	Reads value of the slope accumulator.	A9h	<read data>	
Start Convert T	Initiates temperature conversion.	EEh	Idle	1
Stop Convert T	Halts temperature conversion.	22h	Idle	1
THERMOSTAT COMMANDS				
Write TH	Writes high temperature limit value into TH register.	01h	<write data>	2
Write TL	Writes low temperature limit value into TL register.	02h	<write data>	2
Read TH	Reads stored value of high temperature limit from TH register.	A1h	<read data>	2
Read TL	Reads stored value of low temperature limit from TL register.	A2h	<read data>	2
Write Config	Writes configuration data to configuration register.	0Ch	<write data>	2
Read Config	Reads configuration data from configuration register.	ACh	<read data>	2

Table A 3 Set de comandos

NOTES:

1. in continuous conversion mode, a Stop Convert T command will halt continuous conversion. To restart, the Start Convert T command must be issued. In one-shot mode, a Start Convert T command must be issued for every temperature reading desired.
2. Writing to the E2 typically requires 10 ms at room temperature. After issuing a write command, no further writes should be requested for at least 10 ms.

FUNCTION EXAMPLE

Example: CPU sets up DS1620 for continuous conversion and thermostatic function.

CPU MODE	DS1620 MODE (3-WIRE)	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	RX	0Ch	CPU issues Write Config command
TX	RX	00h	CPU sets DS1620 up for continuous conversion
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	01h	CPU issues Write TH command
TX	RX	0050h	CPU sends data for TH limit of +40°C
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	02h	CPU issues Write TL command
TX	RX	0014h	CPU sends data for TL limit of +10°C
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	A1h	CPU issues Read TH command
RX	TX	0050h	DS1620 sends back stored value of TH for CPU to verify
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	A2h	CPU issues Read TL command
RX	TX	0014h	DS1620 sends back stored value of TL for CPU to verify
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	EEh	CPU issues Start Convert T command
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620

READ DATA TRANSFER Figure A5

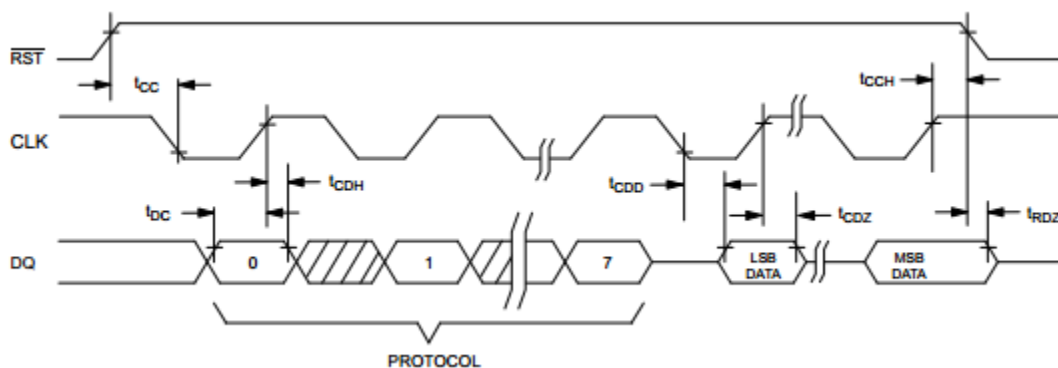


Figure A 5 Lectura de transferencia de datos

WRITE DATA TRANSFER Figure 5

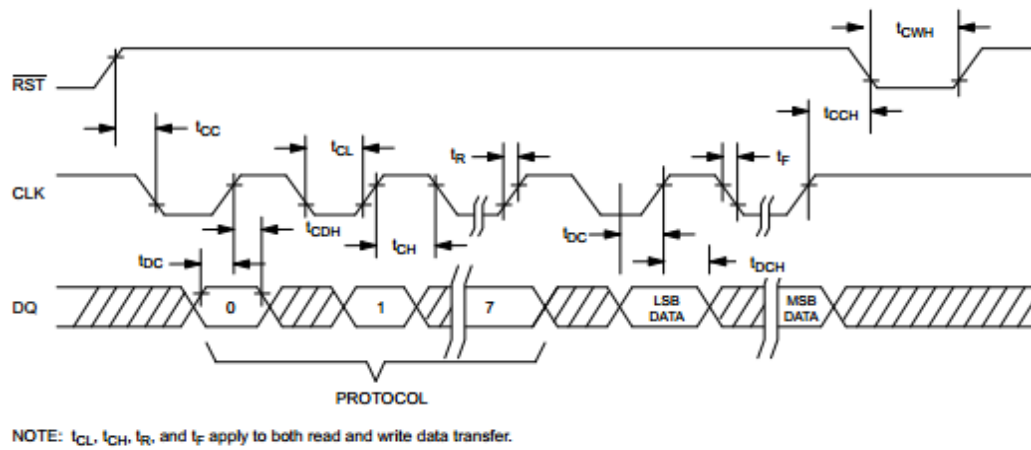


Figure A 6 Escritura de transferencia de datos

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

- Voltage on Any Pin Relative to Ground $-0.5V$ to $+7.0V$
- Operating Temperature $-55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$
- Storage Temperature $-55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$
- Soldering Temperature $260^{\circ}C$ for 10 seconds

*This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITION

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply	V_{DD}	2.7		5.5	V	1
Logic 1	V_{IH}	2.0		$V_{CC}+0.3$	V	1
Logic 0	V_{IL}	-0.3		$+0.6$	V	1

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (55°C to +125°C; VDD=2.7V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	MAX	UNITS	NOTES
Thermometer Error	T _{ERR}	0°C to +70°C –55°C to +0°C and 70°C to 125°C		±1/2	°C	10, 11
			See Typical Curve			
Logic 0 Output	V _{OL}			0.4	V	3
Logic 1 Output	V _{OH}		2.4		V	2
Input Resistance	R _I	$\overline{\text{RST}}$ to GND DQ, CLK to V _{DD}	1 1		MΩ MΩ	
Active Supply Current	I _{CC}	0°C to +70°C		1	mA	4, 5
Standby Supply Current	I _{STBY}	0°C to +70°C		1	μA	4, 5

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(–55°C to +125°C; V_{DD}=2.7V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Conversion Time	T _{TC}		400	1000	ms	
Data to CLK Setup	t _{DC}	35			ns	6
CLK to Data Hold	t _{CDH}	40			ns	6
CLK to Data Delay	t _{CDD}			100	ns	6, 7, 8
CLK Low Time	t _{CL}	285			ns	6
CLK High Time	t _{CH}	285			ns	6
CLK Frequency	f _{CLK}	DC		1.75	MHz	6
CLK Rise and Fall	t _R , t _F			500	ns	
$\overline{\text{RST}}$ to CLK Setup	t _{CC}	100			ns	6
CLK to $\overline{\text{RST}}$ Hold	t _{CCH}	40			ns	6
$\overline{\text{RST}}$ Inactive Time	t _{CWH}	125			ns	6, 9
CLK High to I/O High–Z	t _{CDZ}			50	ns	6
$\overline{\text{RST}}$ Low to I/O High–Z	t _{RDZ}			50	ns	6
Convert Pulse Width	t _{CNV}	250 ns		500 ms		
NV Write Cycle Time	t _{WR}		10	50	ms	12

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(–55°C to +125°C; V_{DD}=2.7V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Capacitance	C _I		5		pF	
I/O Capacitance	C _{I/O}		10		pF	

NOTES:

1. All voltages are referenced to ground.
2. Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA.
3. Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA.

4. ICC specified with DQ pin open and CLK pin at VDD.
5. ICC specified with VCC at 5.0V and RST=GND.
6. Measured at $V_{IH} = 2.0V$ or $V_{IL} = 0.8V$.
7. Measured at $V_{OH} = 2.4V$ or $V_{OL} = 0.4V$.
8. Load capacitance = 50 pF.
9. CWH must be 10 ms minimum following any write command that involves the E2 memory.
10. See typical curve for specification limits outside $0^{\circ}C$ to $70^{\circ}C$ range. Thermometer error reflects temperature accuracy as tested during calibration. Writing to the nonvolatile memory should only take place in the $0^{\circ}C$ to $70^{\circ}C$ temperature range.
11. Valid for design revisions D1 and above. The supply range for Rev. C2 and below is $4.5V \leq 5.5V$

TYPICAL PERFORMANCE CURVE

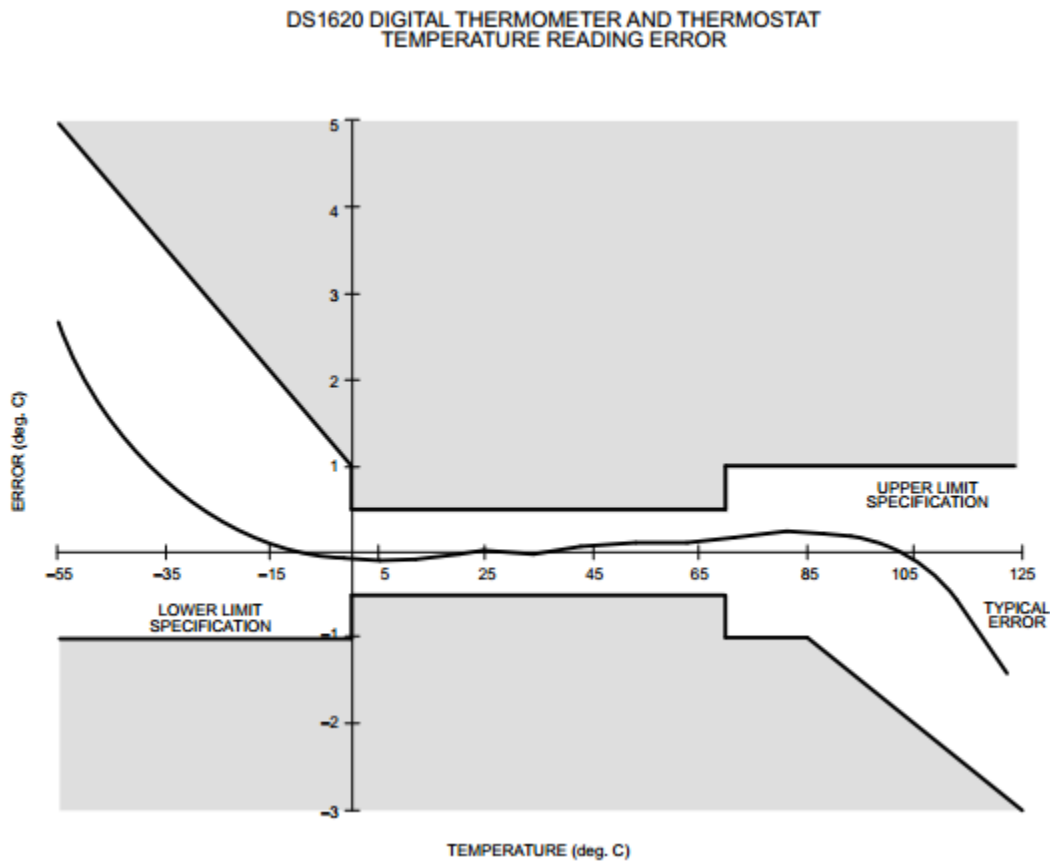


Figure A 7 Optimización de la curva de trabajo

MPX4115A

Integrated Silicon Pressure Sensor for Manifold Absolute, Altimeter or Barometer Applications
On-Chip Signal Conditioned, Temperature Compensated and Calibrated Motorola's MPX4115A/MPXA4115A series sensor integrates on-chip, bipolar op amp circuitry and thin film resistor networks to provide a high output signal and temperature compensation. The small form factor and high reliability of on-chip integration make the Motorola pressure sensor a logical and economical choice for the system designer. The MPX4115A/MPXA4115A series piezo resistive transducer is a state-of-the-art, monolithic, signal conditioned, silicon pressure sensor. This sensor combines advanced micromachining techniques, thin film metallization, and bipolar semiconductor processing to provide an accurate, high level analog output signal that is proportional to applied pressure.

Figure A8 shows a block diagram of the internal circuitry integrated on a pressure sensor chip.

Features

- 1.5% Maximum Error over 0° to 85°C
- Ideally suited for Microprocessor or Microcontroller– Based Systems
- Temperature Compensated from –40° to +125°C
- Durable Epoxy Unibody Element or Thermoplastic (PPS) Surface Mount Package

Application

- Aviation
- Industrial
- Engine
- Weather Stations and Weather Reporting Devices

Examples

Altimeters
Controls
Control

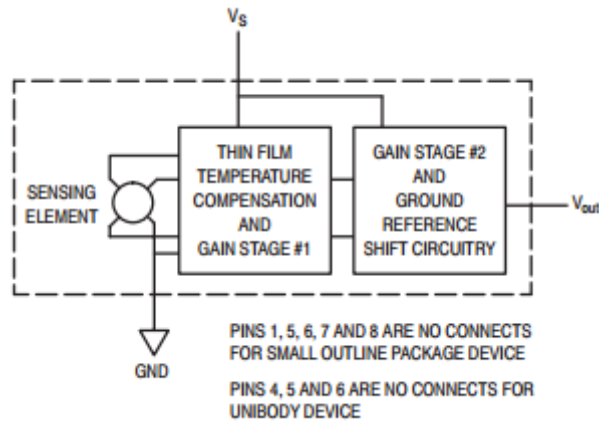


Figure A 8 Esquema de integración del sensor

MAXIMUM RATINGS (NOTE)

Parameters	Symbol	Value	Units
Maximum Pressure ($P_1 > P_2$)	P_{max}	400	kPa
Storage Temperature	T_{stg}	-40° to +125°	°C
Operating Temperature	T_A	-40° to +125°	°C

NOTE: Exposure beyond the specified limits may cause permanent damage or degradation to the device.

OPERATING CHARACTERISTICS ($V_S = 5.1$ Vdc, $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted, P_1 P_2 . Decoupling circuit shown in Figure 3 required to meet Electrical Specifications.)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Pressure Range	P_{OP}	15	—	115	kPa
Supply Voltage ⁽¹⁾	V_S	4.85	5.1	5.35	Vdc
Supply Current	I_o	—	7.0	10	mAdc
Minimum Pressure Offset ⁽²⁾ @ $V_S = 5.1$ Volts (0 to 85°C)	V_{off}	0.135	0.204	0.273	Vdc
Full Scale Output ⁽³⁾ @ $V_S = 5.1$ Volts (0 to 85°C)	V_{FSO}	4.725	4.794	4.863	Vdc
Full Scale Span ⁽⁴⁾ @ $V_S = 5.1$ Volts (0 to 85°C)	V_{FSS}	4.521	4.590	4.659	Vdc
Accuracy ⁽⁵⁾ (0 to 85°C)	—	—	—	±1.5	% V_{FSS}
Sensitivity	V/P	—	45.9	—	mV/kPa
Response Time ⁽⁶⁾	t_R	—	1.0	—	ms
Output Source Current at Full Scale Output	I_{o+}	—	0.1	—	mAdc
Warm-Up Time ⁽⁷⁾	—	—	20	—	ms
Offset Stability ⁽⁸⁾	—	—	±0.5	—	% V_{FSS}

NOTES:

- Device is ratiometric within this specified excitation range.
- Offset (V_{off}) is defined as the output voltage at the minimum rated pressure.
- Full Scale Output (VFSO) is defined as the output voltage at the maximum or full rated pressure.
- Full Scale Span (VFSS) is defined as the algebraic difference between the output voltage at full rated pressure and the output voltage at the minimum rated pressure.
- Accuracy is the deviation in actual output from nominal output over the entire pressure range and temperature range as a percent of span at 25°C due to all sources of error including the following:

Linearity: Output deviation from a straight line relationship with pressure over the specified pressure range.

Temperature Hysteresis: Output deviation at any temperature within the operating temperature range, after the temperature is cycled to and from the minimum or maximum operating temperature points, with zero differential pressure applied.

Pressure Hysteresis: Output deviation at any pressure within the specified range, when this pressure is cycled to and from minimum or maximum rated pressure at 25°C.

TcSpan: Output deviation over the temperature range of 0° to 85°C, relative to 25°C. TcOffset: Output deviation with minimum pressure applied, over the temperature range of 0° to 85°C, relative to 25°C.

- Response Time is defined as the time for the incremental change in the output to go from 10% to 90% of its final value when objected to a specified step change in pressure.
- Warm-up Time is defined as the time required for the product to meet the specified output voltage after the pressure has been stabilized.

- Offset Stability is the product's output deviation when subjected to 1000 cycles of Pulsed Pressure, Temperature Cycling with Bias Test.

On-chip Temperature Compensation and Calibration

Figure A9 illustrates an absolute sensing chip in the basic chip carrier (Case 867) and the small outline chip carrier (Case 482). A fluorosilicone gel isolates the die surface and wire bonds from the environment, while allowing the pressure signal to be transmitted to the sensor diaphragm. The MPX4115A series pressure sensor operating characteristics, and internal reliability and qualification tests are based on use of dry air as the pressure media. Media, other than dry air, may have adverse effects on sensor performance and longterm reliability. Contact the factory for information regarding media compatibility in your application.

Figure A10 shows the recommended decoupling circuit for interfacing the output of the integrated sensor to the A/D input of a microprocessor or microcontroller. Proper decoupling of the power supply is recommended. Figure A11 shows the sensor output signal relative to pressure input. Typical, minimum, and maximum output curves are shown for operation over a temperature range of 0° to 85°C using the decoupling circuit shown in Figure A10. (The output will saturate outside of the specified pressure range.)

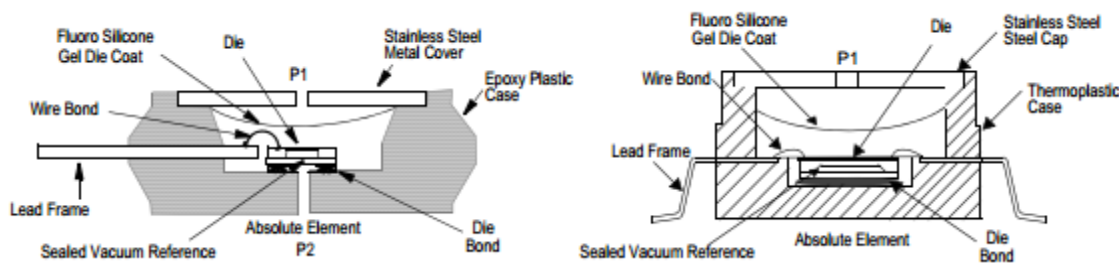


Figure A 9 Diagrama en cruz

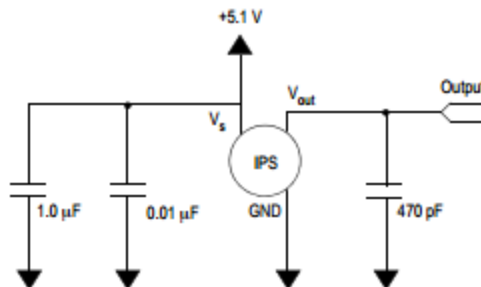


Figure A 10 Recomendación de alimentación y acoplamiento en la salida.
(For output filtering recommendations, refer to Application Note AN1646.)

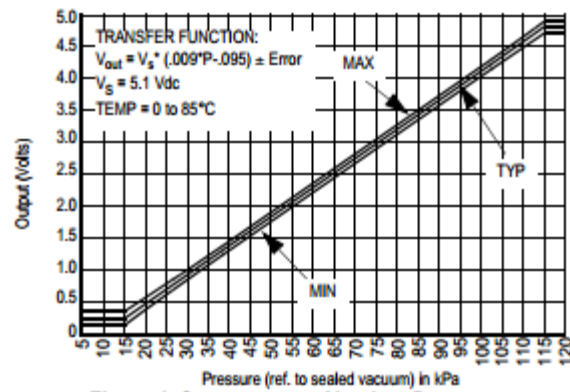


Figure A 11 Salida vs Presión Absoluta.

Transfer Function (MPX4115A)

Nominal Transfer Value: $V_{out} = V_s (P \times 0.009 - 0.095)$

$\pm (\text{Pressure Error} \times \text{Temp. Factor} \times 0.009 \times V_s)$

$V_s = 5.1 \text{ V} \pm 0.25 \text{ Vdc}$

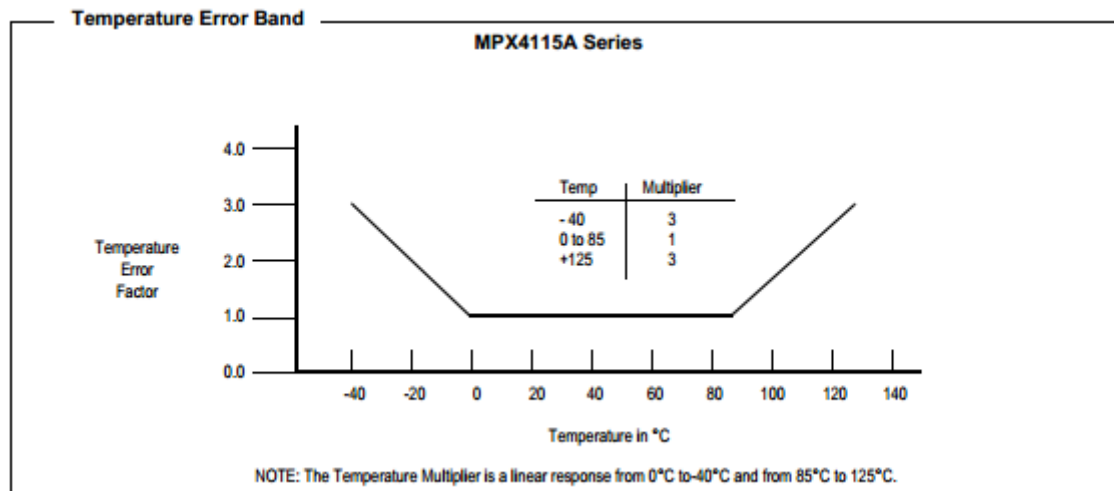


Figure A 12 Error de banda de temperatura.

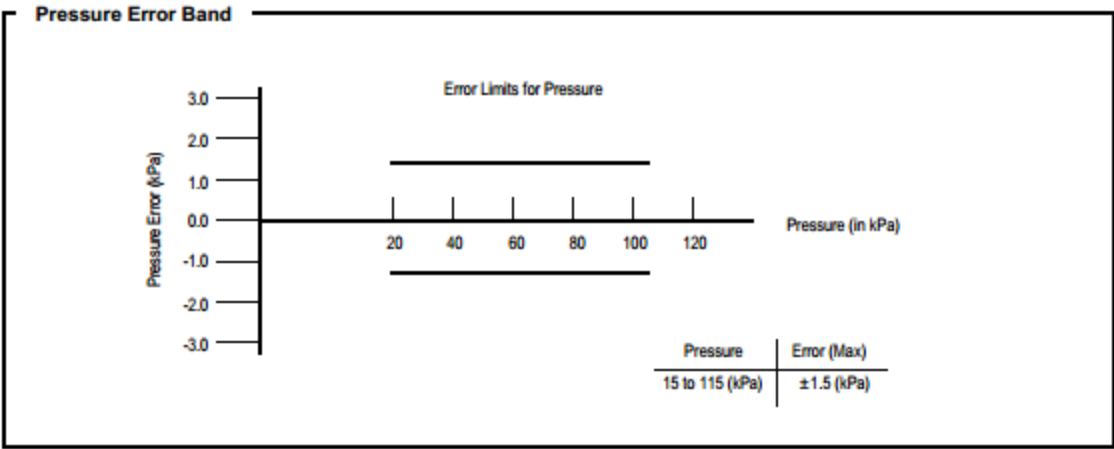
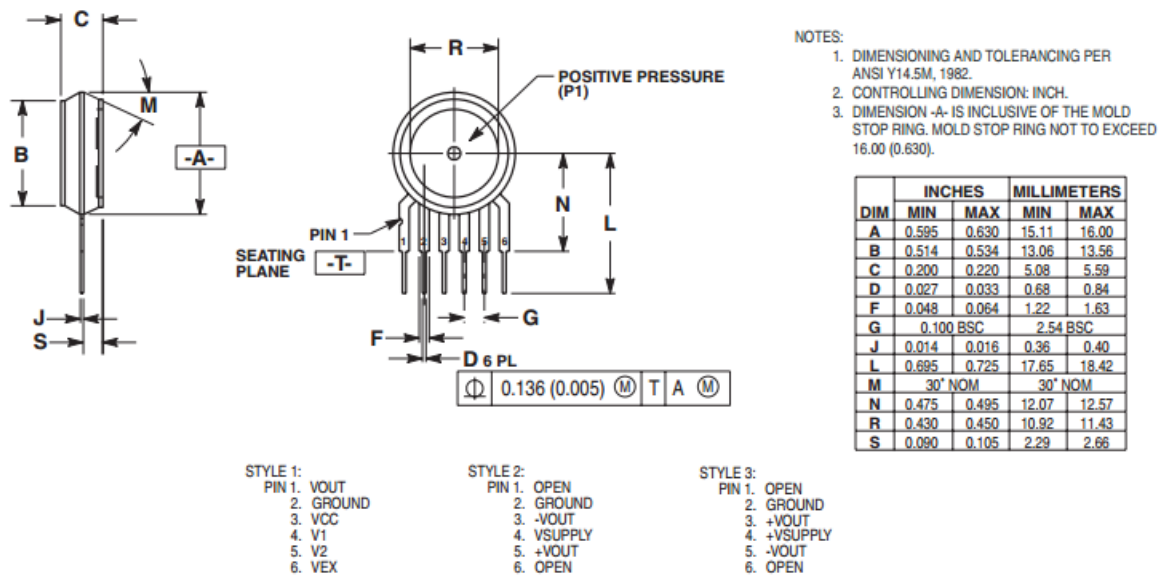


Figure A 13 Error en la presión.

PACKAGE DIMENSIONS



CASE 867-08

ISSUE N

BASIC ELEMENT

HIH-4000

DESCRIPTION

The HIH-4000 Series Humidity Sensors are designed specifically for high volume OEM (Original Equipment Manufacturer) users.

Direct input to a controller or other device is made possible by this sensor's near linear voltage output. With a typical current draw of only 200 μ A, the HIH-4000 Series is often ideally suited for low drain, battery operated systems.

Tight sensor interchangeability reduces or eliminates OEM production calibration costs. Individual sensor calibration data is available.

The HIH-4000 Series delivers instrumentation-quality RH (Relative Humidity) sensing performance in a competitively priced, solderable SIP (Single In-line Package).

Available in two lead spacing configurations, the RH sensor is a laser trimmed, thermoset polymer capacitive sensing element with on-chip integrated signal conditioning. The sensing element's multilayer construction provides excellent resistance to most application hazards such as wetting, dust, dirt, oils and common environmental chemicals.

FEATURES

- Molded thermoset plastic housing
- Near linear voltage output vs % RH
- Laser trimmed interchangeability
- Low power design
- Enhanced accuracy
- Fast response time
- Stable, low drift performance

POTENTIAL APPLICATIONS

- Refrigeration equipment
- HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) equipment
- Medical equipment

- Drying
- Metrology
- Battery-powered systems
- OEM assemblies
- Chemically resistant

Table A4. Performance Specifications (At 5 Vdc supply and 25 °C [77 °F] unless otherwise noted.)

Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Specific Note
Interchangeability (first order curve)	–	–	–	–	–
0% RH to 59% RH	-5	–	5	% RH	–
60% RH to 100% RH	-8	–	8	% RH	–
Accuracy (best fit straight line)	-3.5	–	+3.5	% RH	1
Hysteresis	–	3	–	% RH	–
Repeatability	–	±0.5	–	% RH	–
Settling time	–	–	70	ms	–
Response time (1/e in slow moving air)	–	5	–	s	–
Stability (at 50% RH)	–	1.2	–	% RH	–
Voltage supply	4	–	5.8	Vdc	2
Current supply	–	200	500	µA	–
Voltage output (1 st order curve fit)	$V_{OUT} = (V_{SUPPLY})(0.0062(\text{sensor RH}) + 0.16)$, typical at 25 °C				
Temperature compensation	True RH = (Sensor RH)/(1.0546 – 0.00216T), T in °C				
Output voltage temperature, coefficient at 50% RH, 5 V	–	-4	–	mV/°C	
Operating temperature	-40[-40]	See Figure 1.	85[185]	°C[°F]	–
Operating humidity	0	See Figure 1.	100	% RH	3
Storage temperature	-50[-58]	–	125[257]	°C[°F]	–
Storage humidity	See Figure 2.			% RH	3

Table A 4 Especificaciones óptimas.

Specific Notes:

Can only be achieved with the supplied slope and offset. For HIH-4000-003 and HIH-4000-004 catalog listings only.

Device is calibrated at 5 Vdc and 25 °C.

Non-condensing environment.

General Notes:

Sensor is ratiometric to supply voltage.

Extended exposure to >90% RH causes a reversible shift of 3% RH. Sensor is light sensitive. For best performance, shield sensor from bright light.

FACTORY CALIBRATION DATA

HIH-4000 Sensors may be ordered with a calibration and data printout. See Table A5 and the order guide on the back page.

Table A5. Example Data Printout

Model	HIH-4000-003
Channel	92
Wafer	030996M
MRP	337313
Calculated values at 5 V V _{OUT} at 0% RH V _{OUT} at 75.3% RH	0.826 V 3.198 V
Linear output for 3.5% RH accuracy at 25 °C Zero offset Slope RH	0.826 V 31.483 mV/%RH (V _{OUT} - zero offset)/slope (V _{OUT} - 0.826)/0.0315
Ratiometric response for 0% RH to 100% RH V _{OUT}	V _{SUPPLY} (0.1652 to 0.7952)

Table A 5 Ejemplo de impresión de datos.

Figure A 14 . Operating Environment (Non-condensing environment.)

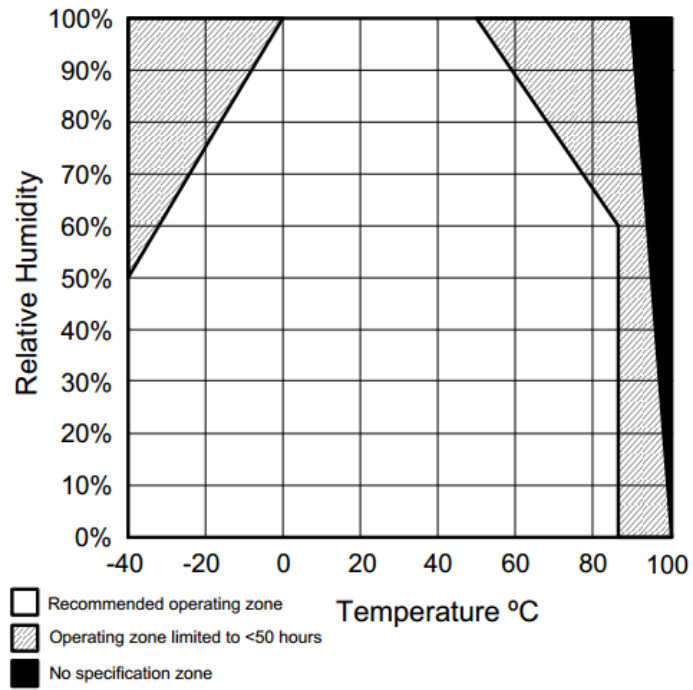


Figure A 15. Storage Environment (Non-condensing environment.)

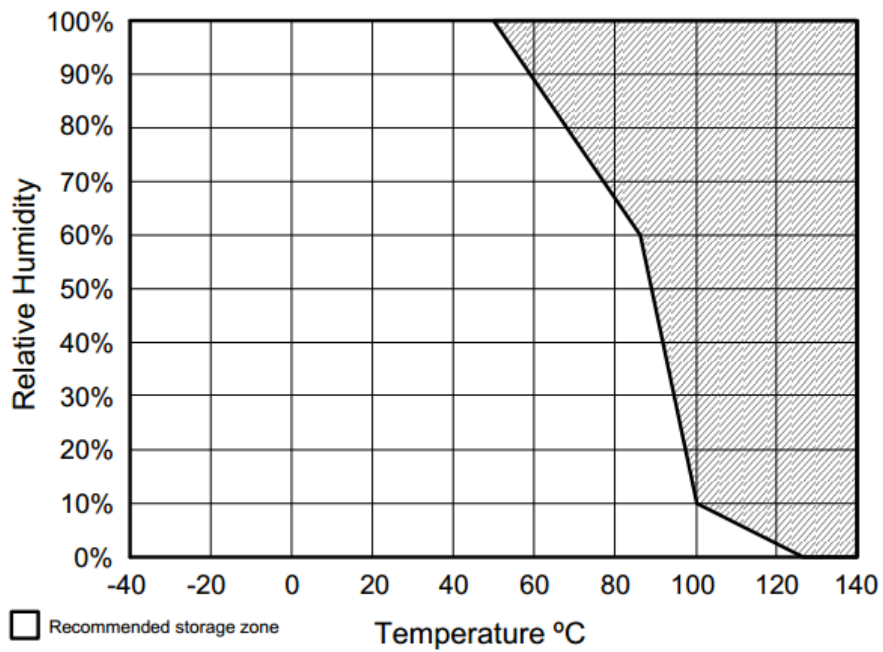


Figure A 16. Typical Output Voltage vs Relative Humidity

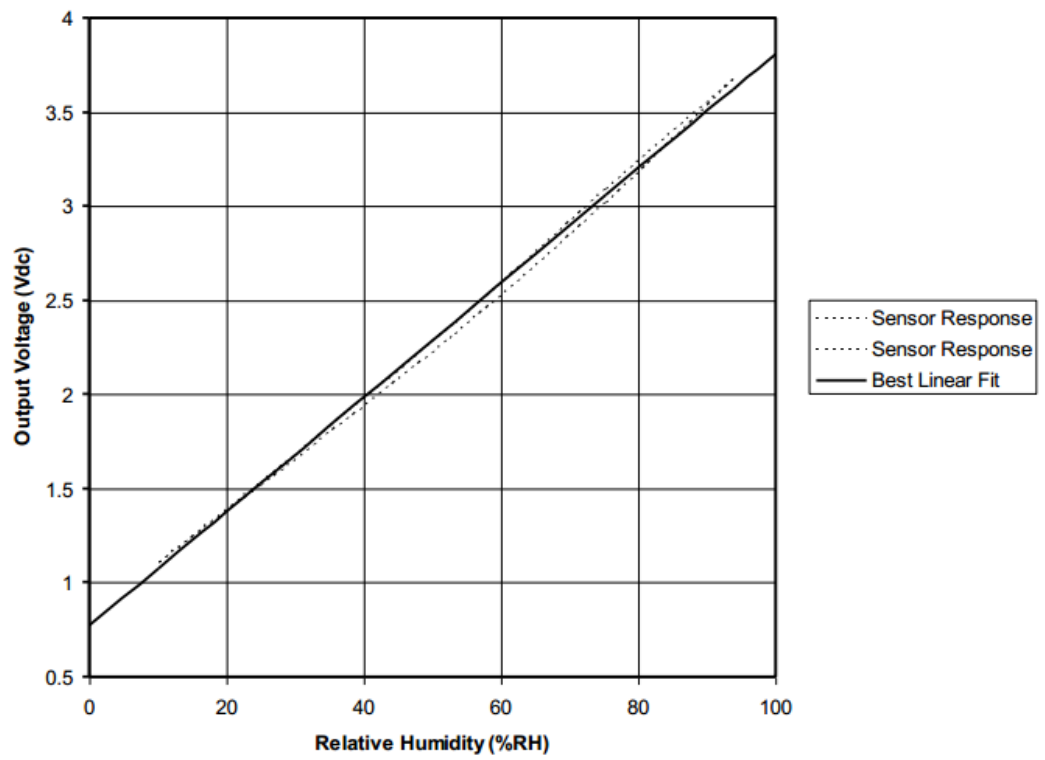


Figure A 17. Typical Output Voltage (BFSL) vs Relative Humidity (At 0 °C, 70 °C and 5 V.)

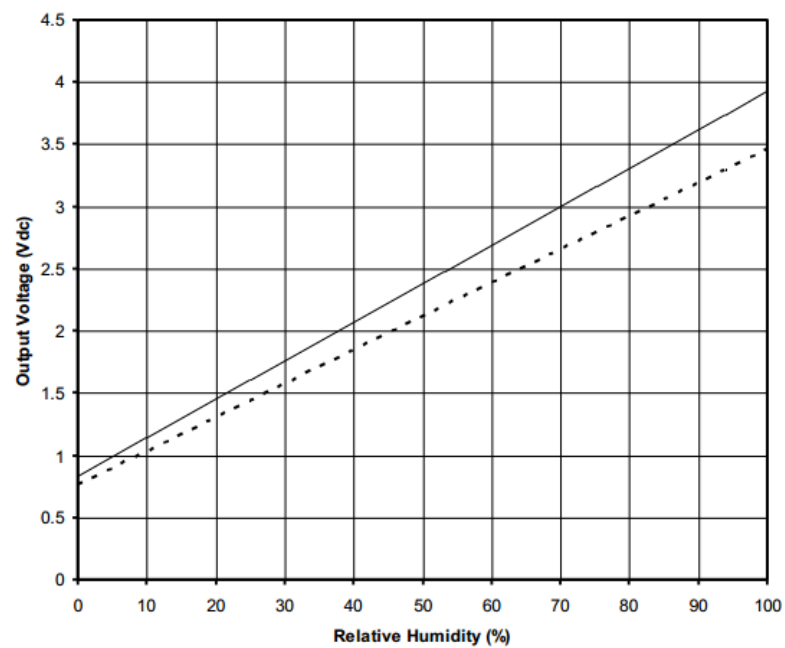


Figure A 18 .Mounting Dimensions (For reference only. mm/[in])

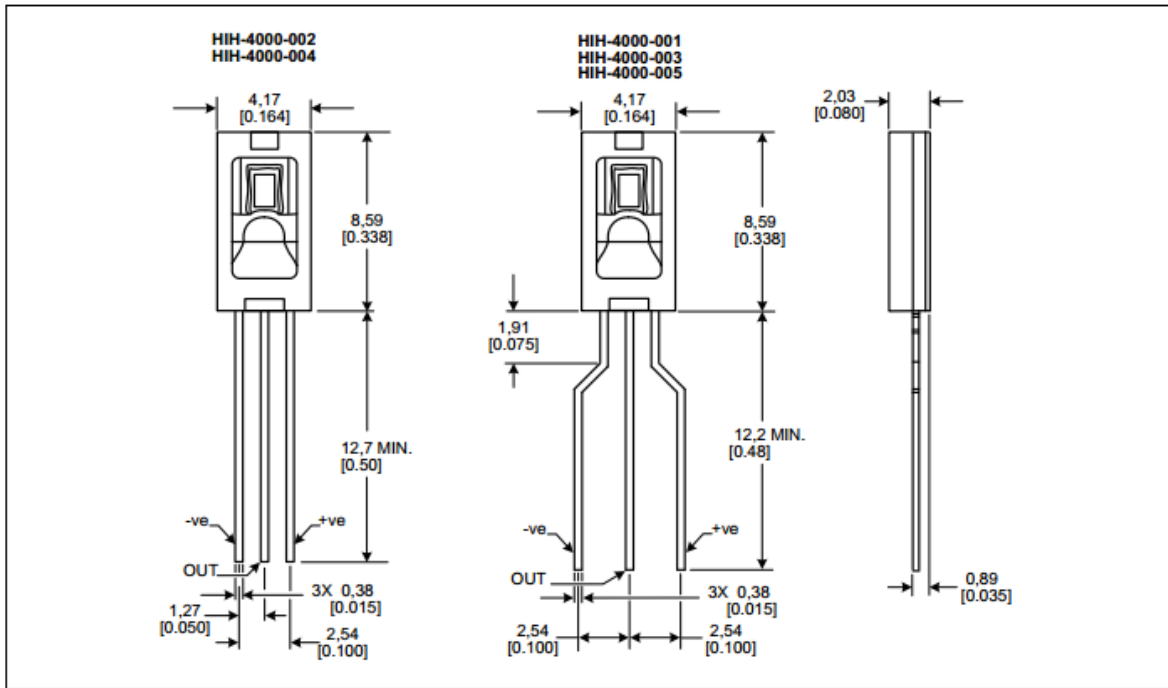
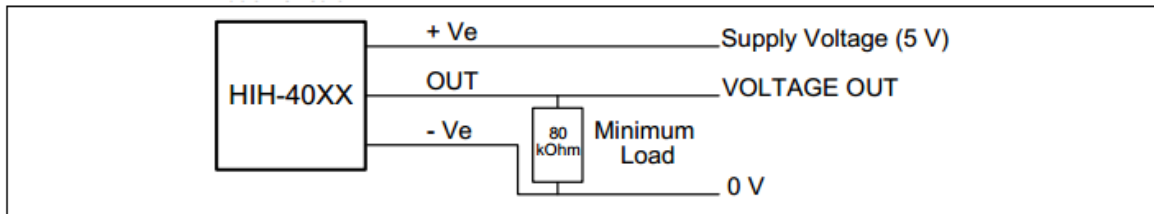


Figure A 19. Typical Application Circuit



ORDER GUIDE

Catalog Listing	Description
HIH-4000-001	Integrated circuit humidity sensor, 2,54 mm [0.100 in] lead pitch SIP
HIH-4000-002	Integrated circuit humidity sensor, 1,27 mm [0.050 in] lead pitch SIP
HIH-4000-003	Integrated circuit humidity sensor, 2,54 mm [0.100 in] lead pitch SIP, calibration and data printout
HIH-4000-004	Integrated circuit humidity sensor, 1,27 mm [0.050 in] lead pitch SIP, calibration and data printout
HIH-4000-005	Equivalent to HIH-4000-001

ADDITIONAL HUMIDITY SENSOR INFORMATION

See the following associated literature at www.honeywell.com/sensing: Product

Installation instructions

Application sheets:

- Humidity Sensor Performance Characteristics
- Humidity Sensor Theory and Behavior
- Humidity Sensor Moisture and Psychrometrics
- Thermoset Polymer-based Capacitive Sensors

Anemometer

The anemometer includes both wind speed and wind direction sensors. Rugged components stand up to hurricane-force winds, yet are sensitive to a light breeze. Includes sealed stainless-steel bearings for long life. The range and accuracy specifications have been verified in wind-tunnel tests. Digital filtering, with time constant as specified below, is applied to wind direction measurements.

General

Sensor	Type
Wind Speed	Solid state magnetic sensor
Wind Direction	Wind vane and potentiometer
Attached Cable Length	40' (12 m)

Note: Cable lengths longer than 140' (42 m) between sensors and console may artificially limit wind speed readings. That is, beyond that length, maximum recordable wind speed decreases as cable length increases. For example, with a length of 140' (42 m), the maximum recordable speed exceeds 175 mph. At 240' (72 m), however, the maximum recordable speed drops to less than 140 mph. Below that upper limit, however, the anemometer's accuracy is not affected.

Cable Type 4-conductor, 26 AWG
Connector Modular connector (RJ-11)
Recommended Maximum Cable Length 140' (42 m) Sensor to Console
Material
Wind Vane and Control Head. UV-resistant ABS
Wind Cups Polycarbonate
Anemometer Arm. Black-anodized aluminum
Dimensions 18.5" long x 7.5" high x 4.75" wide (470
mm x 191 mm x 121 mm) Weight 2lbs. 15 oz. (1.332 kg)

Console Data

Note: These specifications apply to sensor output as converted by Davis Instruments weather station consoles. Range Wind Speed (large wind cups) (See Note 1) 1 to 200 mph, 1 to 173 knots, 0.5 to 89 m/s, 1 to 322 km/h

Wind Direction 0° to 360° or 16 compass points
Wind Run. 0 to 1999.9 miles (1999.9 km)
Accuracy
Wind Speed ±2 mph (2 kts, 3 km/h, 1 m/s) or ±5%,

Whichever is greater

Wind Direction ±7°
Wind Run. ±5%
Resolution Wind Speed 1 mph (1 knot, 0.1 m/s, 1 km/hr)
Wind Direction 1° (0° to 355°), 22.5° between compass points
Wind Run. 0.1 m (0.1 km)
Measurement Timing
Wind Speed Sample Period 2.25 seconds
Wind Speed Sample and Display Interval. 2.25 seconds (Monitor & Wizard)
Wind Direction Sample Interval 1 second (Monitor & Wizard)
Wind Direction Filter Time Constant (typical) 8 seconds (Monitor & Wizard)
Wind Direction Display Update Interval 2 seconds (Monitor & Wizard)

7.3. A.3 PRUEBAS EN TABLA DE NODO

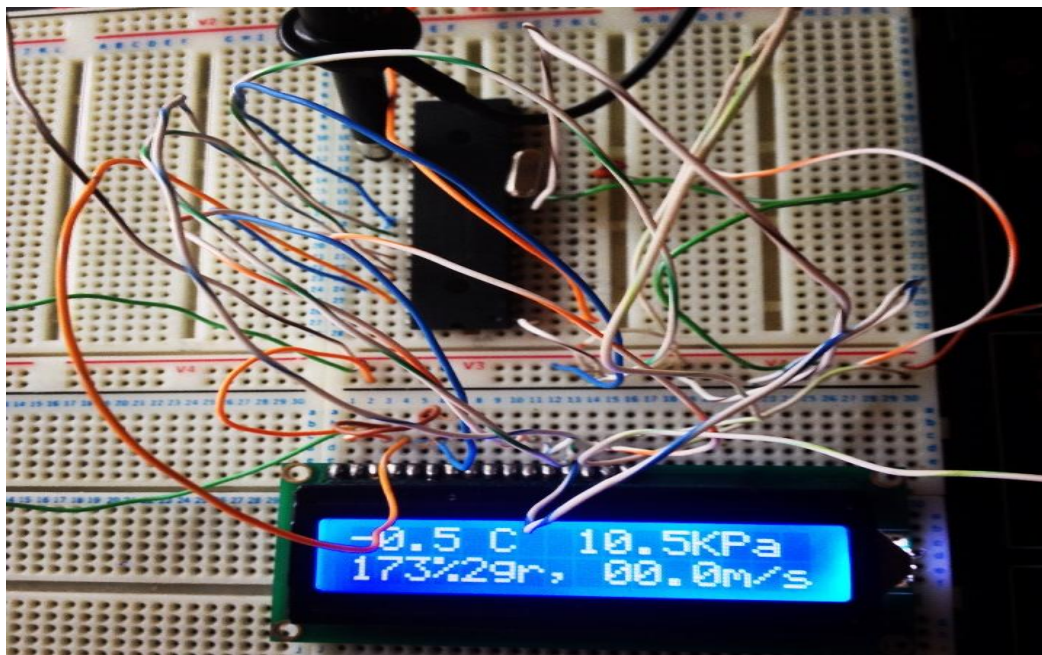


Figure A 20. Prueba del código en el microcontrolador.

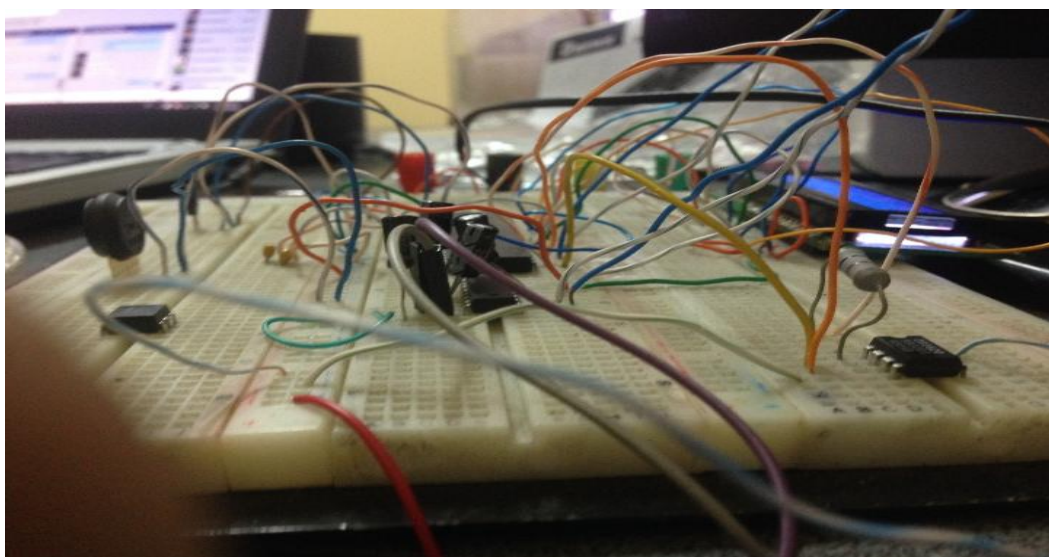


Figure A 21. Prueba de sistema de medición y control.

7.4. A.4 PISTAS DEL CIRCUITO DE CONTROL Y DEL SISTEMA DE MEDICION

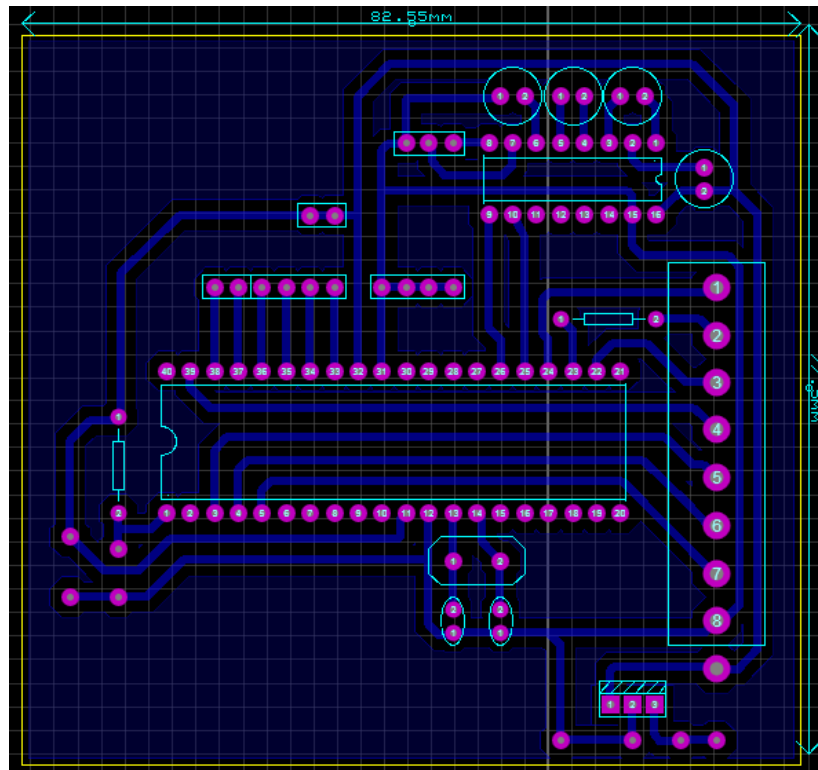


Figure A 22 Pistas de control PCB

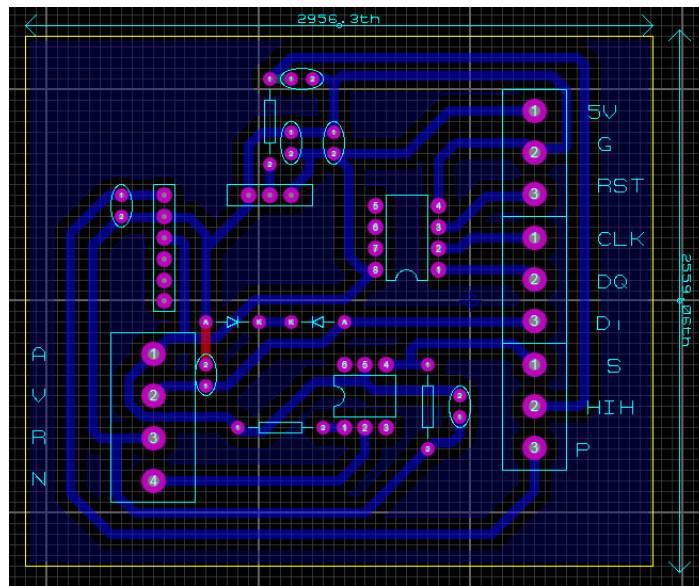


Figure A 23 Pistas de Sensores PCB

7.5. A.5: COMUNICACION

Max-232

Features

- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU recommendation V.28
- Operates From a Single 5-v Power Supply With 1.0- μ F Charge-Pump Capacitors
- Operates Up to 120 kbit/s
- Two Drivers and Two Receivers
- ± 30 -V Input Levels
- Low Supply Current: 8 mA Typical
- ESD Protection Exceeds JESD 22 – 2000-V Human-Body Model (A114-A)
- Upgrade With Improved ESD (15-Kv HBM) and 0.1- μ F Charge-Pump Capacitors Is Available With the MAX202 Device

Applications

- TIA/EIA-232-F
- Battery-Powered Systems
- Terminals
- Modems
- Computers

Description

The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply TIA/EIA-232-F voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts TIA/EIA-232F inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3V a typical hysteresis of 0.5V, and can accept ± 30 -V inputs. Each drivers converts TTL/CMOS input levels into TIA/EIA-232-F levels.

Simplified Schematic

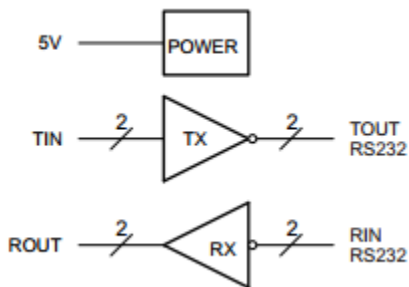


Figure A 24 Esquemático simple.

Pin Configuration and Functions

Top View
MAX232 . . . D, DW, N, OR NS PACKAGE
MAX232I . . . D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)

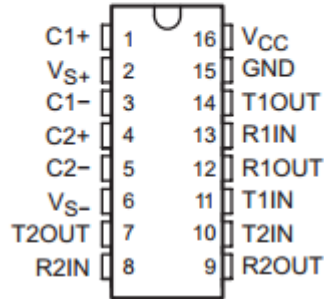


Figure A 25 Funciones de pines

PIN		TYPE	DESCRIPTION
NAME	NO.		
C1+	1	—	Positive lead of C1 capacitor
VS+	2	O	Positive charge pump output for storage capacitor only
C1-	3	—	Negative lead of C1 capacitor
C2+	4	—	Positive lead of C2 capacitor
C2-	5	—	Negative lead of C2 capacitor
VS-	6	O	Negative charge pump output for storage capacitor only
T2OUT, T1OUT	7, 14	O	RS232 line data output (to remote RS232 system)
R2IN, R1IN	8, 13	I	RS232 line data input (from remote RS232 system)
R2OUT, R1OUT	9, 12	O	Logic data output (to UART)
T2IN, T1IN	10, 11	I	Logic data input (from UART)
GND	15	—	Ground
V _{CC}	16	—	Supply Voltage, Connect to external 5V power supply

Specifications

Absolute Maximum Ratings (1)

Over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

			MIN	MAX	UNIT
V _{CC}	Input Supply voltage range ⁽²⁾		-0.3	6	V
V _{S+}	Positive output supply voltage range		V _{CC} - 0.3	15	V
V _{S-}	Negative output supply voltage range		-0.3	-15	V
V _I	Input voltage range	T1IN, T2IN	-0.3	V _{CC} + 0.3	V
		R1IN, R2IN		±30	
V _O	Output voltage range	T1OUT, T2OUT	V _{S-} - 0.3	V _{S+} + 0.3	V
		R1OUT, R2OUT	-0.3	V _{CC} + 0.3	
Short-circuit duration		T1OUT, T2OUT	Unlimited		
T _J	Operating virtual junction temperature			150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under Recommended Operating Conditions is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) All voltages are with respect to network GND.

Handling Ratings

			MIN	MAX	UNIT
T_{stg}	Storage temperature range		-65	150	°C
$V_{(ESD)}$	Electrostatic discharge	Human body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001, all pins ⁽¹⁾	0	2000	V
		Charged device model (CDM), per JEDEC specification JESD22-C101, all pins ⁽²⁾	0	1000	

- (1) JEDEC document JEP155 states that 500-V HBM allows safe manufacturing with a standard ESD control process.
- (2) JEDEC document JEP157 states that 250-V CDM allows safe manufacturing with a standard ESD control process

Recommended Operating Conditions

			MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage		4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage (T1IN, T2IN)		2			V
V_{IL}	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)				0.8	V
R_{1IN}, R_{2IN}	Receiver input voltage				±30	V
T_A	Operating free-air temperature	MAX232	0		70	°C
		MAX232I	-40		85	

Thermal Information

THERMAL METRIC ⁽¹⁾		MAX232xD	MAX232xDW	MAX232xN	MAX232xNS	UNIT
		SOIC	SOIC wide	PDIP	SOP	
		16 PINS	16 PINS	16 PINS	16 PINS	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-ambient thermal resistance	73	57	67	64	°C/W

- (1) For more information about traditional and new thermal metrics, see the IC Package Thermal Metrics application report (SPRA953).

Electrical Characteristics — Device

Over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Figure 6)

PARAMETER	TEST CONDITIONS ⁽¹⁾	MIN	TYP ⁽²⁾	MAX	UNIT
I_{CC} Supply current	$V_{CC} = 5.5V$, all outputs open, $T_A = 25^\circ C$		8	10	mA

(1) Test conditions are C1–C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5 V \pm 0.5 V$

(2) All typical values are at $V_{CC} = 5 V$, and $T_A = 25^\circ C$

Electrical Characteristics — Driver

Over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS ⁽¹⁾	MIN	TYP ⁽²⁾	MAX	UNIT
V_{OH} High-level output voltage	T1OUT, T2OUT	$R_L = 3 k\Omega$ to GND	5	7		V
V_{OL} Low-level output voltage ⁽³⁾	T1OUT, T2OUT	$R_L = 3 k\Omega$ to GND		–7	–5	V
r_O Output resistance	T1OUT, T2OUT	$V_{S+} = V_{S-} = 0$, $V_O = \pm 2 V$	300			Ω
I_{OS} ⁽⁴⁾ Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT	$V_{CC} = 5.5 V$, $V_O = 0 V$		± 10		mA
I_{IS} Short-circuit input current	T1IN, T2IN	$V_I = 0$			200	μA

(1) Test conditions are C1–C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5 V \pm 0.5 V$

(2) All typical values are at $V_{CC} = 5 V$, $T_A = 25^\circ C$.

(3) The algebraic convention, in which the least-positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

(4) Not more than one output should be shorted at a time.

Electrical Characteristics — Receiver

over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS ⁽¹⁾	MIN	TYP ⁽²⁾	MAX	UNIT
V _{OH}	High-level output voltage	R1OUT, R2OUT	I _{OH} = –1 mA	3.5		V
V _{OL}	Low-level output voltage ⁽³⁾	R1OUT, R2OUT	I _{OL} = 3.2 mA		0.4	V
V _{π+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	1.7	2.4	V
V _{π–}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	0.8	1.2	V
V _{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V	0.2	0.5	V
r _i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN	V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	3	5	kΩ

- (1) Test conditions are C1–C4 = 1 μF at VCC = 5 V ± 0.5 V.
- (2) All typical values are at VCC = 5 V, T_A = 25°C.
- (3) The algebraic convention, in which the least-positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

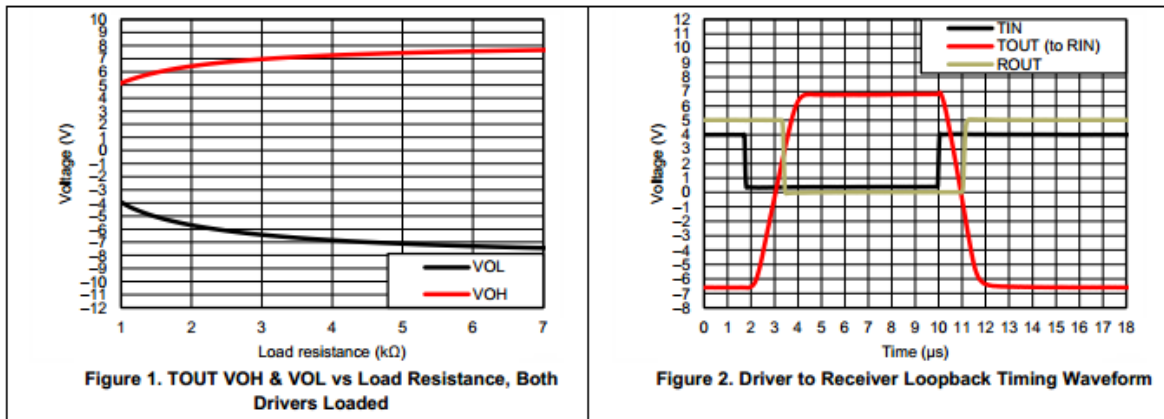
Switching Characteristics

over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS ⁽¹⁾	MIN	TYP ⁽¹⁾	MAX	UNIT
SR	Driver slew rate	RL = 3 kΩ to 7 kΩ, see Figure 4			30	V/μs
SR(t)	Driver transition region slew rate	see Figure 5		3		V/μs
	Data rate	One TOUT switching		120		kbit/s
t _{PLH}	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	TTL load, see Figure 3		500		ns
t _{PHL}	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	TTL load, see Figure 3		500		ns

- (1) Test conditions are C1–C4 = 1 μF at VCC = 5 V ± 0.5 V

Typical Characteristics



Parameter Measurement Information

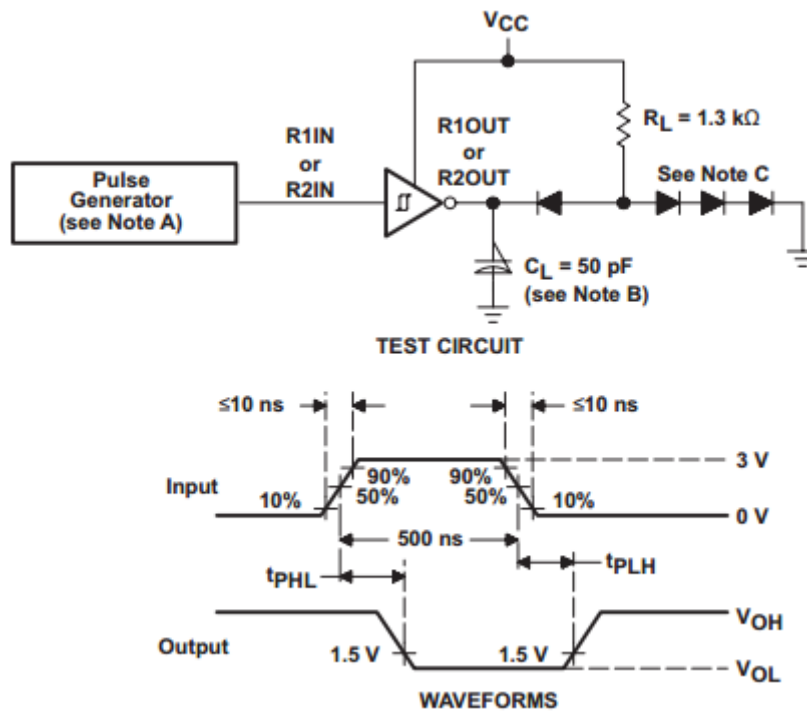


Figure A 26 Circuito de prueba con formas de onda tPHL y tPLH

- The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \text{ }\Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
- C_L includes probe and jig capacitance.
- All diodes are 1N3064 or equivalent.

Parameter Measurement Information (continued)

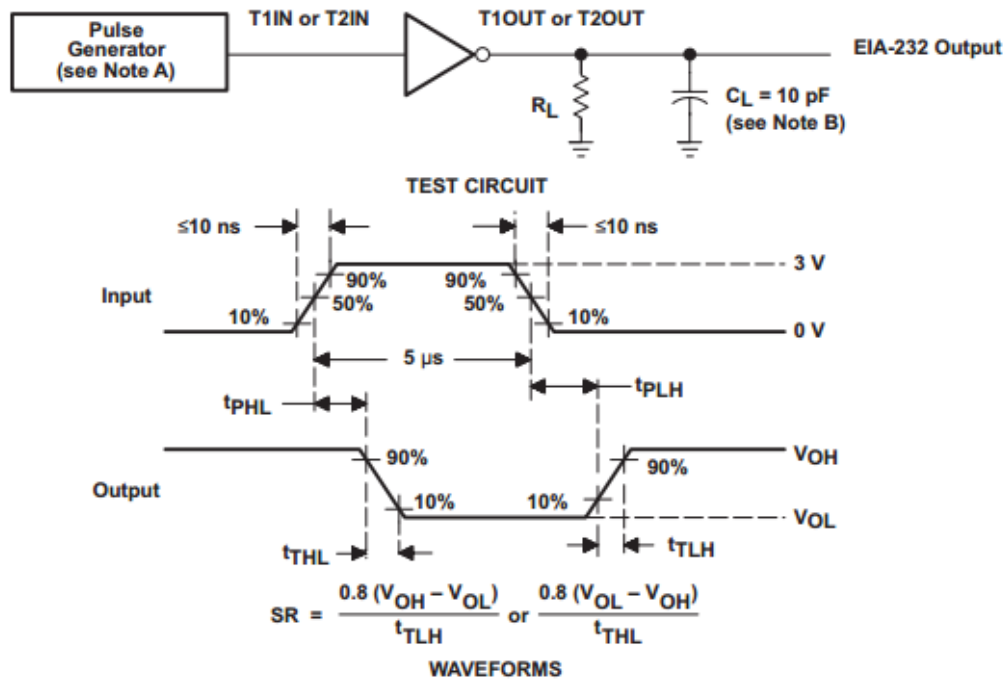


Figure A 27 Prueba de controlador y forma de onda t_{PHL} y t_{PLH}

- A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50 \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.
- B. C_L includes probe and jig capacitance.

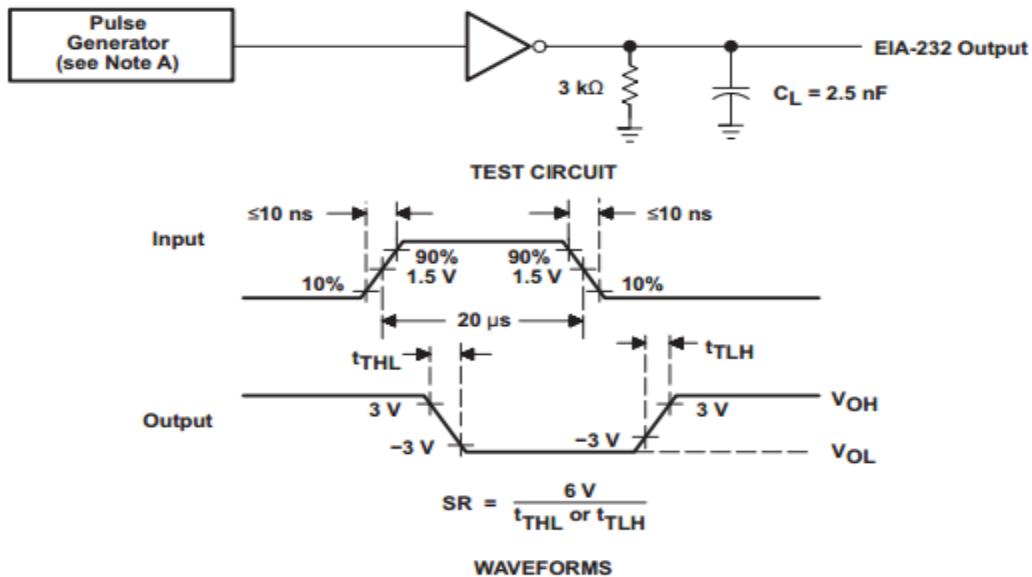


Figure A 28 Prueba de circuito y forma de onda para t_{Thl} y t_{Tlh}

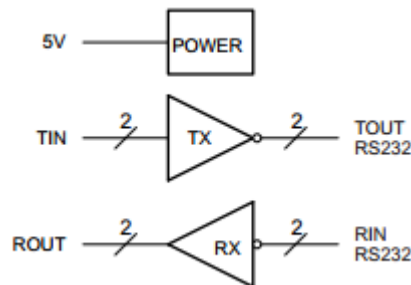
A. The pulse generator has the following characteristics: $Z_O = 50\ \Omega$, duty cycle $\leq 50\%$.

Detailed Description

Overview

The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator using four capacitors to supply TIA/EIA-232-F voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts TIA/EIA-232-F inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V, a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ± 30 -V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into TIA/EIA-232-F levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library. Outputs are protected against shorts to ground.

Functional Block Diagram



Feature

Description

Power

The power block increases and inverts the 5V supply for the RS232 driver using a charge pump that requires four 1- μ F external capacitors. **RS232 Driver** Two drivers interface standard logic level to RS232 levels. Internal pull up resistors on TIN inputs ensures a high input when the line is high impedance.

RS232 Receiver

Two receivers interface RS232 levels to standard logic levels. An open input will result in a high output on ROUT.

Device Functional Modes

VCC powered by 5V The device will be in normal operation.

VCC unpowered When MAX232 is unpowered, it can be safely connected to an active remote RS232 device.

Table A6. Function Table Each Driver(1)

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

Table A 6 Funciones de cada Driver

(1) H = high level, L = low level, X = irrelevant, Z = high impedance

Table A7. Function Table Each Receiver(1)

INPUTS RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L
Open	H

Table A 7 Funciones de cada receptor

(1) H = high level, L = low level, X = irrelevant, Z = high impedance (off), Open = disconnected input or connected driver off

Application and Implementation

NOTE

Information in the following applications sections is not part of the TI component specification, and TI does not warrant its accuracy or completeness. TI's customers are responsible for determining suitability of components for their purposes. Customers should validate and test their design implementation to confirm system functionality.

Application Information

For proper operation add capacitors as shown in Figure A27. Pins 9 through 12 connect to UART or general purpose logic lines. EIA-232 lines will connect to a connector or cable.

Typical Application

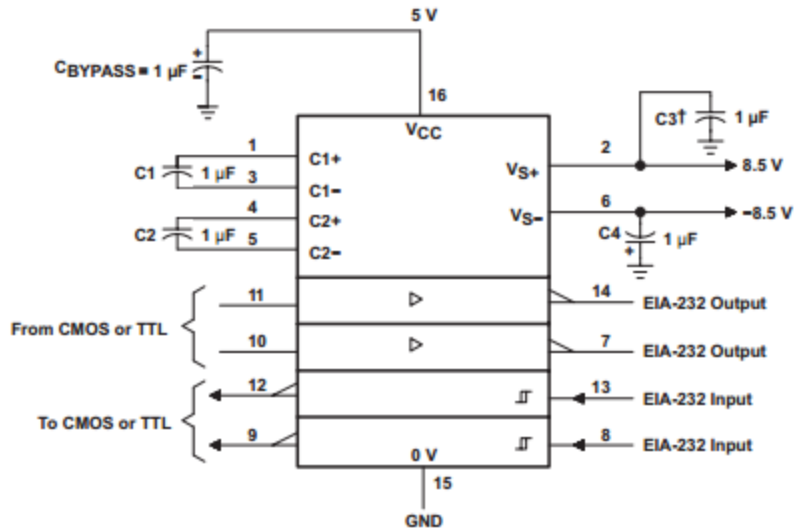


Figure A 29 Diagrama interno Max 232

† C3 can be connected to VCC or GND.

NOTES:

A. Resistor values shown are nominal.

B. Nonpolarized ceramic capacitors are acceptable. If polarized tantalum or electrolytic capacitors are used, they should be connected as shown. In addition to the 1-μF capacitors shown, the MAX202 can operate with 0.1-μF capacitors.

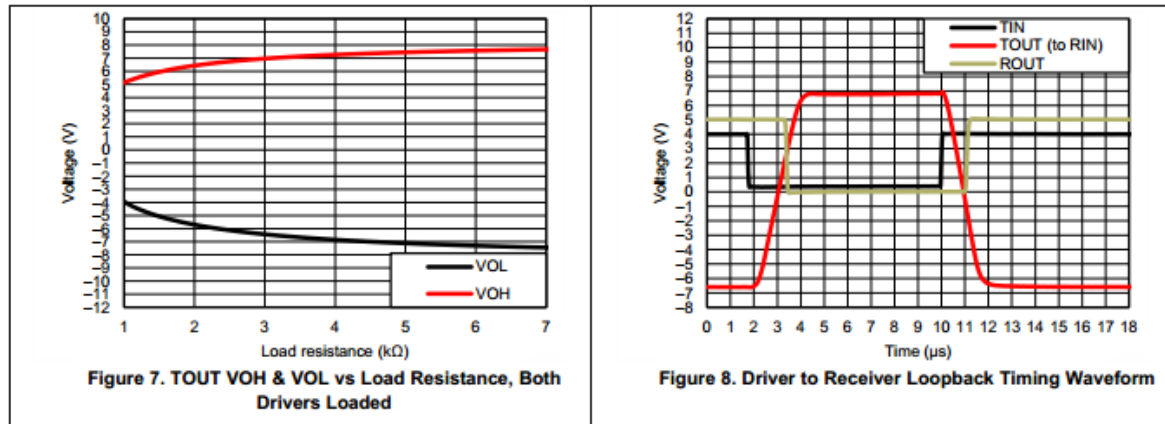
Design Requirements

- VCC minimum is 4.5 V and maximum is 5.5 V.
- Maximum recommended bit rate is 120 kbps.

Detailed Design Procedure

Use 1 uF tantalum or ceramic capacitors.

Application Curves



Power Supply Recommendations

The VCC voltage should be connected to the same power source used for logic device connected to TIN pins.

VCC should be between 4.5V and 5.5V.

Layout

Layout Guidelines

Keep the external capacitor traces short. This is more important on C1 and C2 nodes that have the fastest rise and fall times.

Layout Example

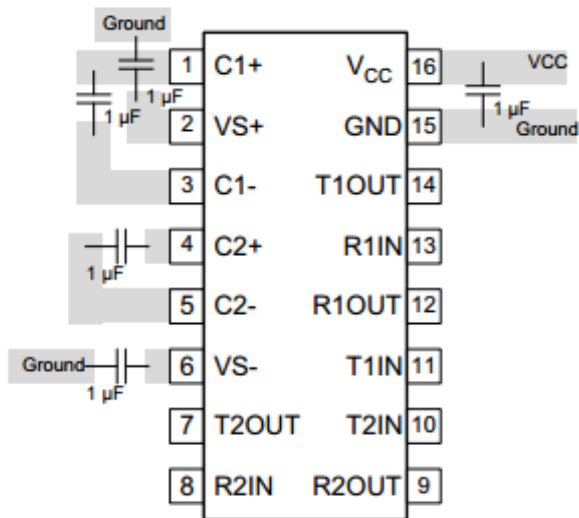


Figure A 30 Ejemplo del esquema

Wiznet 107 SR

WIZ107SR includes WIZnet’s hardwired TCP/IP chip that embeds the most of TCP/IP protocols such as TCP, UDP, IP, ARP, ICMP, IGMP and Ethernet MAC. 10Mbps and 100Mbps Ethernet are all supported and a standard RJ-45 is mounted on the board of WIZ107SR. One serial port is provided in WIZ107SR via 12-pin connector which features the standard RS-232 specification. WIZ107SR can be powered by a DC 3.3V power supply with the max 250mA current supply. The detailed specifications are listed in Table A8

Architecture	TCP / IP	W7100A
	PHY	Included in W7100A Auto negotiation (Full-duplex and Half-duplex) Auto MDI/MDIX
	Serial	WIZ107SR : RS-232C
		Included in W7100A

	MCU	(Fully software compatible with industrial standard 8051) Internal 2KBytes Boot ROM Internal 64KBytes embedded program FLASH memory Internal 256Bytes embedded data FLASH memory Internal 64KBytes embedded SRAM Internal 32KBytes memory for TCP/IP data communication
Serial	Interface	WIZ107SR : Included RS-232C Transceiver,
	Signals	WIZ107SR : TXD, RXD, RTS, CTS, GND
	Parameters	WIZ107SR - Parity : None, Odd, Even - Data bits : 7, 8 bit - Flow control : None, RTS / CTS, XON / XOFF
	Speed	Up to 230Kbps
Dimensions		48mm x 30mm x 18mm (Include connector size)
Connector type		2.54mm Pitch Pin-header, 12Pin (2*6)
Input voltage		DC 3.3V
Max power consumption		250mA
Temperature		-40 C ~ 85 C (Operation), -40 C ~ 85 C (Storage)
Humidity		10 ~ 90%

Table A 8 Especificaciones del módulo WIZ107SR

Pin Header Connector Pin-Assignment

WIZ107SR provides an external connector to connect it with your application board. The pin assignment and definition of the connector are introduced in Figure 2 and the specification of each pin is described in Table A9.

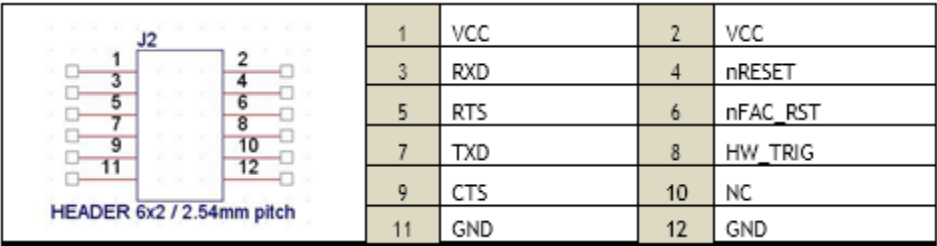


Figure A 31 Asignación de pines WIZ107SR

Pin Number	Signal	Description
1	VCC	System Power input (3.3V)
2	VCC	System Power input (3.3V)
3	RXD	RS-232C Receive Data
4	nRESET	System Reset signal input / Active Low
5	RTS	RS-232C Request To Send / Optional
6	nFAC_RST	Factory Reset signal input / Active Low <div>[Function Removed: Firmware v4.04 or above]</div> The H/W Factory reset function pin removed for more stable operation. but S/W Factory reset still exists.
7	TXD	RS-232C Transmit Data
8	HW_TRIG	Hardware Trigger signal input / Low : CMD mode [In the initial time, this pin is INPUT for Hardware Trigger(for serial command mode). After that, this pin is OUTPUT for connection status. When the connection is established, this pin goes Low. And, it will go HIGH when connection is closed.]

		<div>[Function Added: Firmware v4.04 or above]</div> <p>In No-PHY link (like Ethernet cable is disconnected) case, HW_TRIG pin generates High and low signal in turns every second. When returning to normal condition, HW_TRIG displays TCP connection status as usual.</p>
9	CTS	RS-232C Clear To Send / Optional
10	NC	Not connect
11	GND	System Ground
12	GND	System Ground

Table A 9 Descripcion de pines.

Configuración serial

Serial Command Format

If WIZ107SR is in serial configuration mode, users can use the following predefined commands to configure WIZ107SR via serial interface. The format of serial command is shown in Figure A30. Each command starts with a command name (2 characters) and ends with ‘\r\n’. If the data field is null, it means the command does a reading operation. Otherwise, the command do writing operation. Ones can get response in case of reading operation of Commands, the format of response is the same with Serial command format

Command	Data	\r	\n
---------	------	----	----

Figure A 32 Formato de envío serial

Serial Command List

CMD	Data	Description
MC	--	MAC address (read only)
VR	--	Firmware version (read only)
MN	--	Model name (read only)
ST	--	Device status (read only) 0:OPEN, 1:CONNECT, 2:UPGRADE 3:ATMODE
UN	--	Total UART number (read only)
LG	--	Debug log message (read only)
ER	--	Error message (read only)
IM	0:STATIC, 1:DHCP, 2:PPPoE	Obtain IP method
OP	0:CLIENT, 1:SERVER, 2:MIXED, 3:UDP	Operation mode
DD	1:ENABLE, 0:DISABLE	DDNS enable/disable flag
CP	1:ENABLE, 0:DISABLE	Connection password enable/disable flag
PO	0:RAW, 1:TELNET	Data transmission protocol (only raw data transmission is supported for current version)
DG	1:ENABLE, 0:DISABLE	Debug message output flag
KA	1:ENABLE, 0:DISABLE	Keep alive flag
KI	0 ~ 65535	Tx KeepAlive interval (0~65535ms)

KE	0 ~ 65535	KeepAlive enable interval (0~65535ms)
RI	0 ~ 65535	Reconnection interval
		(client mode only, 0~65535ms)
LI	192.168.11.2 (Default value)	Local IP address
SM	255.255.255.0 (Default value)	Subnet mask
GW	192.168.11.1 (Default value)	Gateway
DS	0.0.0.0 (Default value)	DNS server IP
LP	5000 (Default value)	Local port number
RP	5000 (Default value)	Remote host port number
RH	192.168.101.200 (Default value)	Remote host IP/name
BR	0:300bps, 1:600bps, 2:1200bps, 3:1800bps, 4:2400bps, 5:4800bps, 6:9600bps, 7:14400bps, 8:19200bps, 9:28800bps, 10:38400bps, 11:57600bps, 12:115200bps, 13:230400bps	Baud rate index
DB	0:7bit, 1:8bit, 2:9bit	Data bit
PR	0:NONE, 1:ODD, 2:EVEN	parity
SB	0:1bit, 1:2bit	Stop bit
FL	0:NONE, 1:XON/XOFF, 2:CTS/RTS	Flow Control

IT	0 ~ 65535	Inactivity timer (0~65535sec)
PT	0 ~ 65535	Serial data packing interval (0~65535ms)
PS	0 ~ 255	Packing size (0~255)
PD	0 ~ 255	Packing indicator (0~255)
TE	1:Enable, 0:Disable	Software trigger enable flag
SS	010203 (Default value)	software trigger (fixed 3 bytes in hex)
NP	*****	Connection password (Max. 8 bytes)
SP	*****	Search password (Max. 8 bytes)
EC	1:Enable, 0:Disable	Show serial input echo or not WIZ108SR is not supported this CMD.
SV	--	Save setting message (After command, WIZ107SR needs some delay about 50ms)
RT	--	Reboot the device
EX	--	Exit from command mode
FR	--	Factory Reset

Table A 10 Comandos AT

WIZ107SR Interface Board Schematic

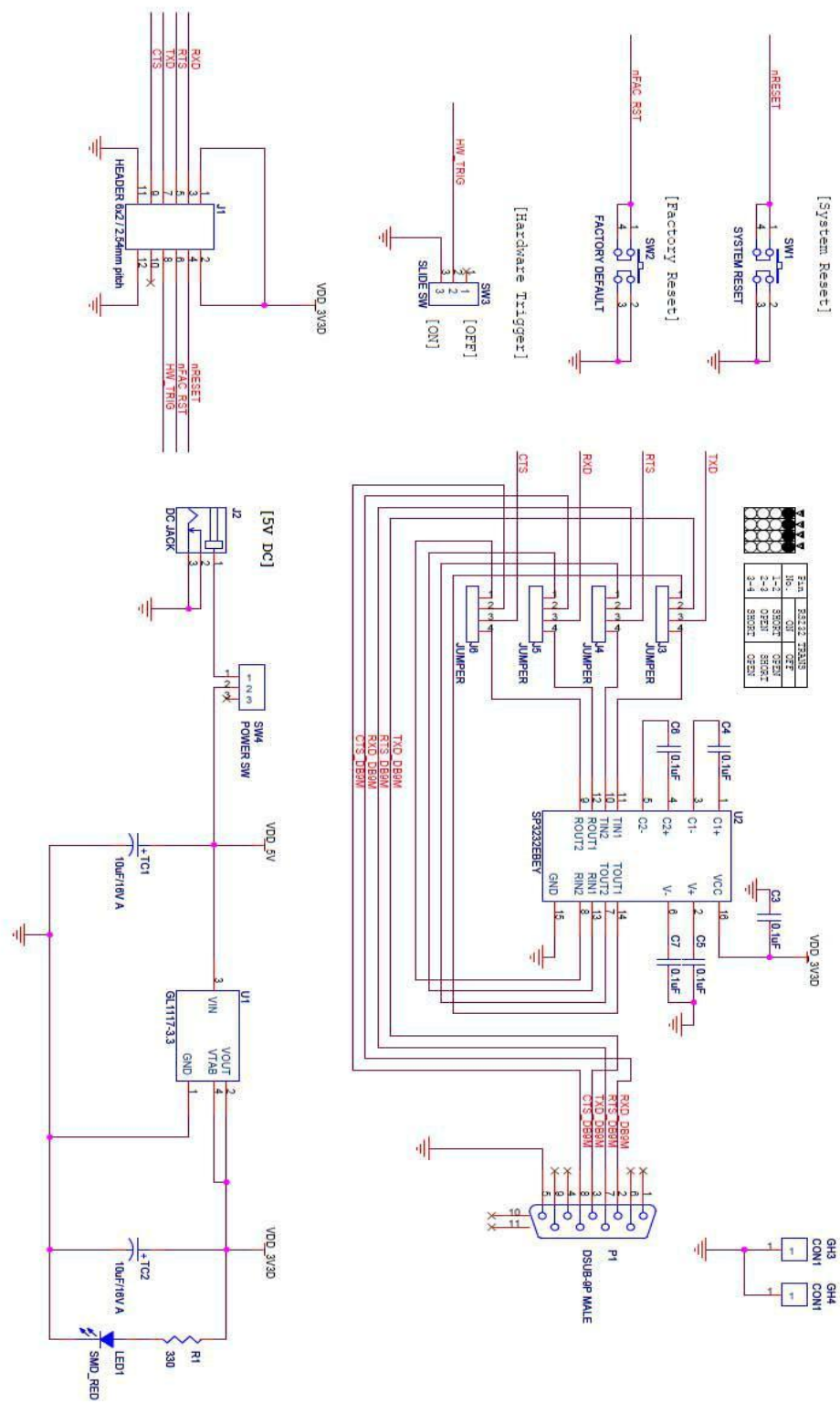


Figure A 33 Esquema interno Wiznet

HW_TRIG PIN

The way of detection connect status is monitoring the HW_TRIG Pin. When the connection is established, HW_TRIG pin goes Low. And, it will go HIGH when connection is closed. Actually, this pin works both direction, like Input and Output.

In the initial time, this pin is INPUT for Hardware Trigger (for serial command mode). After that, this pin is OUTPUT for connection status.

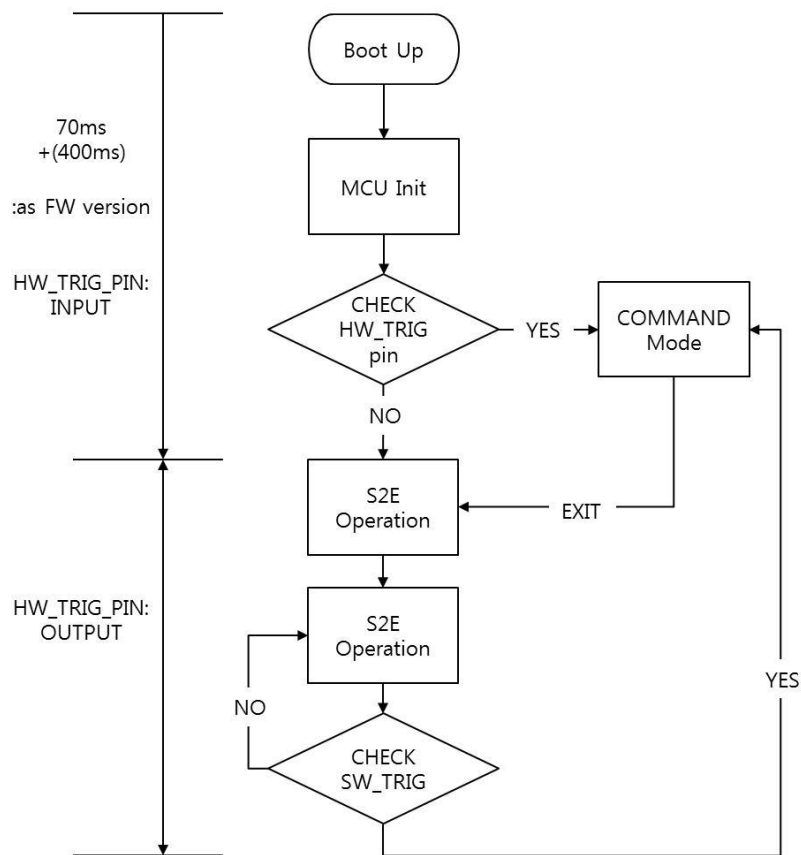
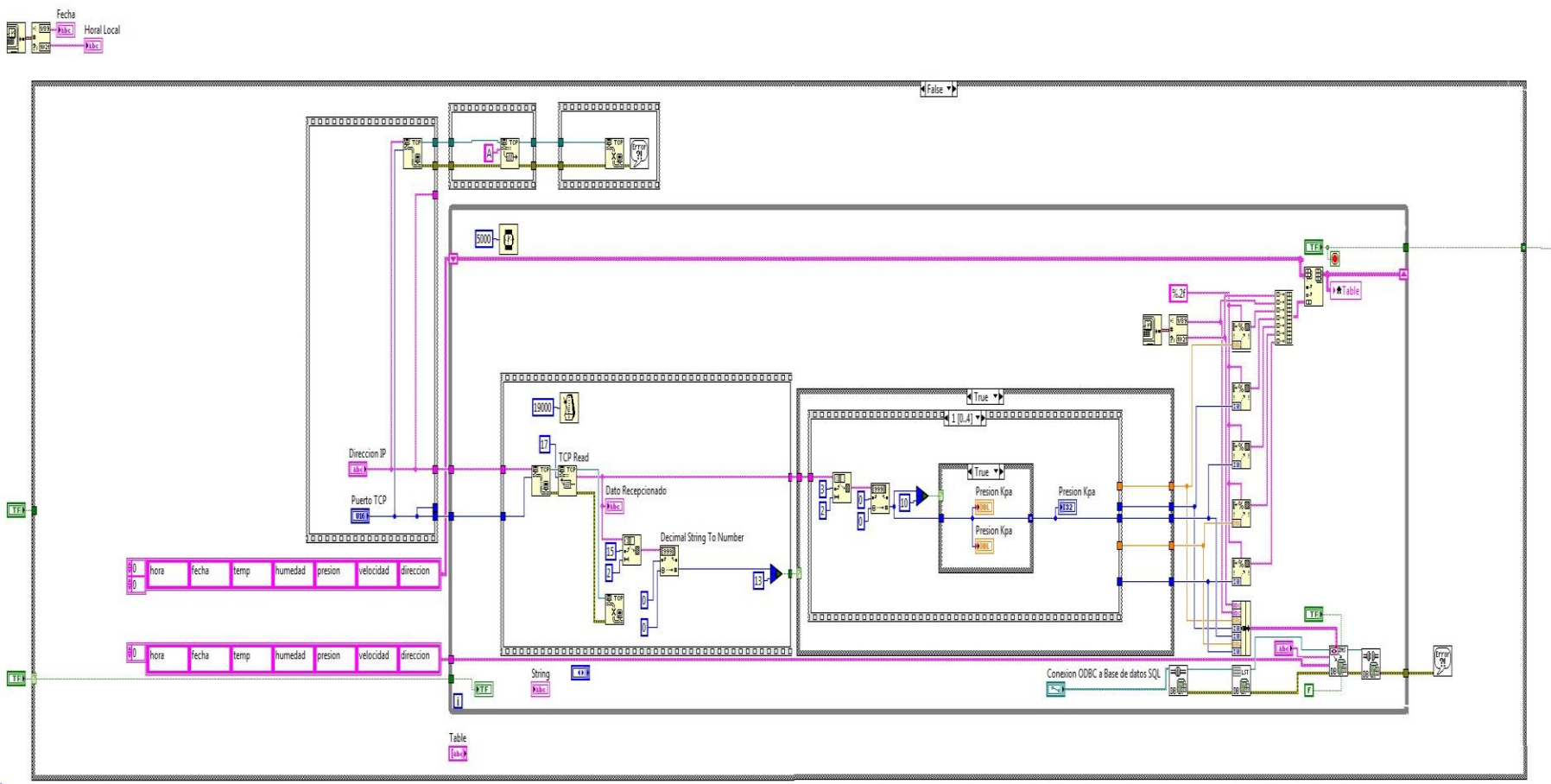


Figure A 34 WIZ107 SR diagrama de flujo

A.6 CODIGO LABVIEW



RRR

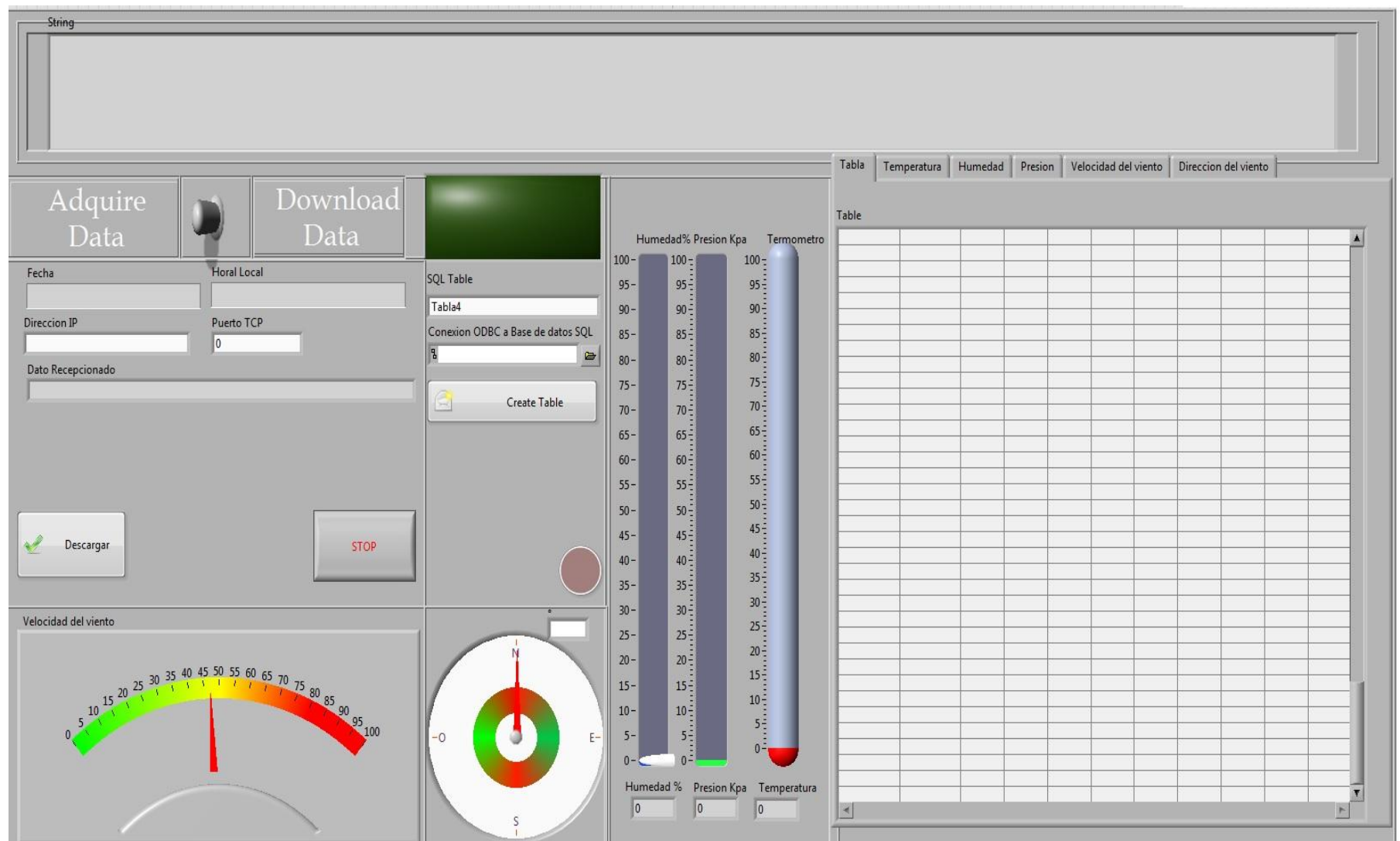


Figure A 35 Interfaz Final

7.7. A.7 ALIMENTACIÓN SOLAR

Cálculos Energéticos

Energía diaria =? (Wh/día)

Energía diaria (Wh/día) = #Unidades * PotenciaDC * Horas de uso + (#Unidades*PotenciaAC* Horas de uso)/ Rend.inver

$$\text{Energía diaria} = 1 * 0,5 \text{ W} * 24 + 0 = 12 (\text{Wh/día})$$

Energía diaria = 12 (Wh/día)

Carga diaria =? (Ah/día)

$$\text{Carga diaria (Ah/día)} = \text{Energía diaria} / V_{n.\text{mod}} = 12 / 12 = 1 (\text{Ah/día})$$

Carga diaria = 1(Ah/día)

Capacidad Teórica batería =? (Ah)

Capacidad Teórica = Carga diaria (Ah/día)*#días/ Prof. Descarga

$$\text{Capacidad Teórica} = 1 * 5 / 0.8 = 6,25$$

Capacidad Teórica = 6,25 Ah

Igeneración =? (A), del regulador

$$\text{Igeneración} = I_{\text{dimensionado}} * N_p$$

$$\text{Igeneración} = 0,351 * 2$$

Igeneración= 0,7A

Para la potencia en DC sed sobredimensiona aproximadamente en un 100%, PDC=0,5 W

NS=?, número de módulos en serie

$$\text{NS} = V_n / V_{n.\text{mod}} = 12 / 12$$

NS=1

NP=?, número de módulos en paralelo

NP= Carga diaria (Ah/día)/ Radiación inclinada/ Rend. Generación/ Rend. Faradaico/

Idimensionado

NP= $1(\text{Ah/día})/3,5/0,9/0,89/0,351$

NP= 1,016(más de un módulo)

N=?, número de módulos en total

$N = N_s * N_p = 1 * 1,016 (\approx 2 \text{ módulos})$

N = 2 (# de módulos 2-5 necesarios).

Anexo B: Construcción de Antena

A continuación se presentan todos los materiales que fueron necesarios para poder construir la antena de tipo Double Cross:

- Cuatro metros de tubo PVC de 25mm de diámetro.
- Ocho tapones de PVC para encolar de 25mm de diámetro.
- Ocho varillas de aluminio de 3mm de diámetro.
- Un tapón de tubo PVC de 3 pulgadas tipo liso
- Cuatro conexiones de PVC tipo T para empalmar de 25mm de diámetro.
- Cinco Reductores de 25mm a 20mm de PVC para empalme
- Pega PVC.
- Cuatro metros de cable coaxial del tipo RG-174
- 8 Arandelas para soldar cables electricos motrices
- 8 tornillos de penetración.

Para iniciar la construcción de esta antena se deben cortar los 4 metros de tubo PVC en 8 tubos de 14 cm estos se usaran para el soporte de las varillas de aluminio, recomendación usar una sierra y una cinta métrica se requiere precisión.

Después cortar 4 tubos de PVC de 22 cm esto será utilizara sostener los dipolos ensamblados y unirlos al cajetín eléctrico

Cortar la barra de aluminio en 8 barras de 52cm cada una esto tiene que ser preciso ya que 1 mm más de aluminio agrega 1hz de frecuencia. Recomendación usar sierra de disco en estación plana.

Perforar los 8 tapones de PVC con una broca de 3mm esto será el soporte del aluminio para darle fuerza y rigidez.

Perforar 5 agujeros en el tapón de PVC de 3 pulgadas de grosor tipo liso con una broca de 25mm esto debe ser en forma de cruz y la parte inferior para anexar el soporte de la misma. Es recomendable llevarlo a un taller de torno, ya que estos cuentan con calibradores milimétricos.

De los 4 metros de cable RG-174 cortar 2 cables de 72 cm de longitud

De los 4 metros de cable RG-174 cortar 2 cables de 108 cm de longitud

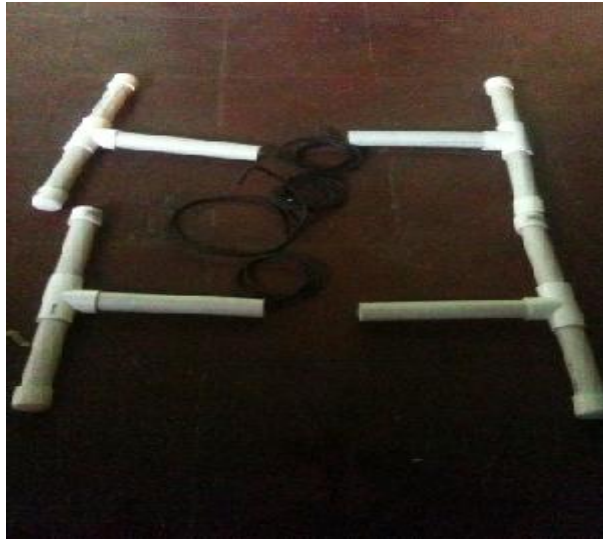


Figure A 36 Soporte de los dipolos

Después de tener todos los materiales, preparados iniciamos con la construcción.



Figure A 37 Materiales

Tomamos el tapón de PVC de 3 pulgadas y pegamos en forma de cruz los 4 reductores de PVC, que a su vez es conectado a las cuatro camisas de 25mm se debe usar pegar de tipo PVC dejar secar totalmente.



Figure A 38 Cajetín Ensamblado

Ensamble de cajetín

A continuación tomamos una barra de aluminio y en sus uno de sus extremos abrimos un agujero con una broca de 1mm esta será la guía para el ingreso del tornillo de penetración que debe de pasar de lado a lado, realizar este proceso en todos las barras cortadas anteriormente. Una vez hecho el paso anterior tomamos dos arandelas y soldamos los cables previamente cortados positivo y negativo

El siguiente paso es agarrar los tornillos penetración y poner primero la arandela sobre la barra de aluminio y proceder a socar el tonillo totalmente para que este quede a presión en este paso es importante recordar que un cable une 2 barras de aluminio una al positivo y otra al negativo estas se deben separa 0.25λ ya que si se separa más o menos el campo eléctrico quedada mal distribuido esto generada ROE y otro tipo de pérdidas.



Figure A 39 Conexión del cable coaxial al dipolo

Después de ello se pone una T de 25mm y se debe pasar la varilla con su cable, la varilla debe de salir en un extremo de la T y el cable por la parte de abajo, una vez hecho esto con extremo cuidado por los cables tomar 2 tubos de 14mm y poner en las T para darle soporte a los dipolos, para finalizar ponemos el tapón de 25 mm de PVC para dejar bien cerrado y socado el dipolo, en el tapón es recomendable señalar cual es axis para no confundirse y también rotularlo con norte, sur, este, oeste.

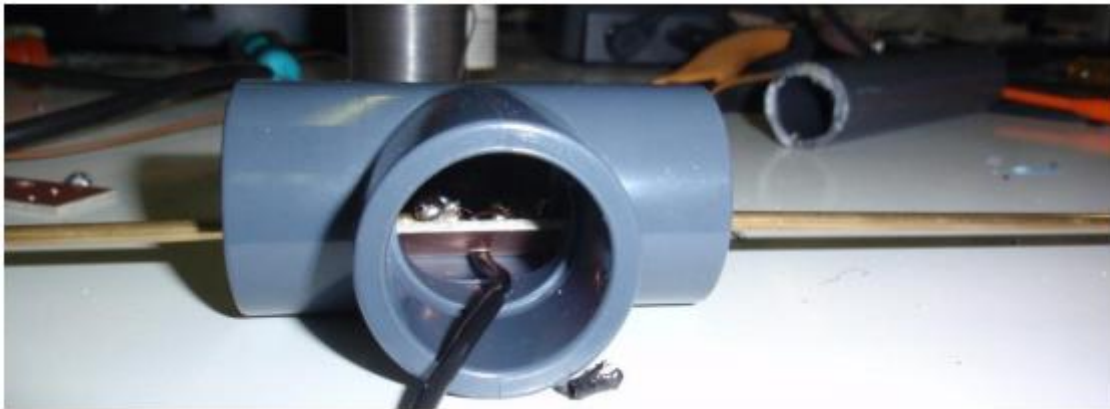


Figure A 40 Posición de T, tubos de aluminio y cable coaxial.

Hacer esto con los cuatro dipolos.

IMPORTANTE

Los dipolos con cables RG-174 Norte y Sur son de 72 CM.

Los dipolos con cables RG-174 Este y Oeste son de 108 CM.

Una vez haya secado el tapón de 3 pulgadas con los 4 tubos en forma de cruz proceder a poner cada uno de los dipolos y señalar cuáles son sus posiciones, norte, sur, este, oeste.



Figure A 41 Estructura de la antena y sus dipolos

Una vez hecho esto procedemos a usar el circuito hecho previamente con las conexiones adecuadas. Donde ya serán explicadas.

Se debe soldar y tener la mejor conectividad en todos los elementos. Rotulamos cada uno de los dipolos para saber su orientación Norte (1), Sur (2), Este (3) Oeste (4).

Al saber cuál es la posición de cada uno procederemos a soldar de esta manera el negativo del Norte (1) con el Negativo Sur (2) y del mismo modo el negativo de ESTE (3) con el negativo de Oeste (4). Luego de ello quedan los 4 positivos donde el Norte (1) va conectado con el positivo del Oeste(4) y el Positivo del Sur(2) va conectado con el positivo del Este(3). Después el resto del cableado debe de ponerse el negativo a la conexión Norte, Oeste (1,3) y el positivo a la conexión Sur, Este (2,4). Así obtenemos el desfase de 90 grados ya que es necesaria para nuestro objetivo, y así lograr la polarización circular a la derecha con su desfase para la perfecta recepción de NOAA.

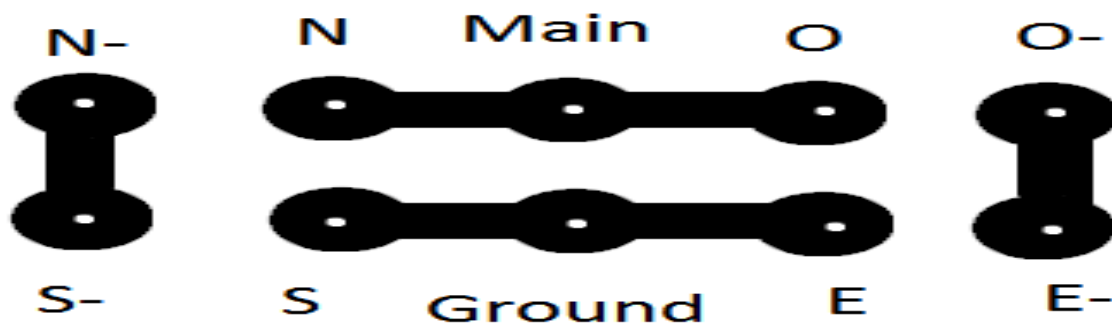


Figure A 42 Pistas para la conexión de los dipolos

Después de ello enrollar todos los cables dentro del tapón de PVC de 3 pulgadas con su circuito y sellar con cinta o algún tapón para ello.


```

[pattern_phitheta,phi,theta] = importcustantdemopattern ;
[pattern_azel,az,el] = phitheta2azelpat(pattern_phitheta,phi,theta);
freqVector = [1 137.55].*1e6;    % Frequency range for element pattern
hAnt      = phased.CustomAntennaElement('FrequencyVector',freqVector,...
                                         'AzimuthAngles',az,...
                                         'ElevationAngles',el,...
                                         'RadiationPattern',pattern_azel);

fmax = freqVector(end);

figure (2)

c = 3e8;

lambda = c/fmax;

hArray = phased.URA('Element',hAnt,'Size',2,'ElementSpacing',lambda/4)

plotResponse(hArray,fmax,c,'RespCut','3D','Format','UV');

figure (3)

plotResponse(hArray,fmax,c,'Format','UV','RespCut','U');

axis([-1 1 -50 0]);

```

Anexo C: Scripts S.Q.L Server y Visual Studio

7.9. C.1 SCRIPT BASE DE DATOS USUARIOS

```
USE [Datos_EAA]
GO
```

```
Object: Table [dbo].[Usuarios]
SET ANSI_NULLS ON
GO
```

```
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
```

```
SET ANSI_PADDING ON
GO
```

```
CREATE TABLE [dbo].[Usuarios](
    [Usuario] [varchar](10) NULL,
    [Clave] [varchar](10) NULL,
    [Key] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    CONSTRAINT [PK_Usuarios] PRIMARY KEY CLUSTERED
(
    [Key] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO
```

```
SET ANSI_PADDING OFF
GO
```

7.10. C.2. SCRIPT DATOS ALMACENADOS DE LA ESTACIÓN

```
USE [Datos_EAA]
GO
```

```
Table [dbo].[Tabla4]
SET ANSI_NULLS ON
GO
```



```
SET QUOTED_IDENTIFIER ON
GO
```

```
SET ANSI_PADDING ON
GO
```

```
CREATE TABLE [dbo].[Tabla4](
    [fecha] [varchar](10) NULL,
    [hora] [varchar](10) NULL,
    [temp] [float] NULL,
    [humedad] [int] NULL,
    [presion] [float] NULL,
    [velocidad] [int] NULL,
    [direccion] [int] NULL,
    [Key] [int] IDENTITY(1,1) NOT NULL,
    CONSTRAINT [PK_Tabla4] PRIMARY KEY CLUSTERED
(
    [Key] ASC
)WITH (PAD_INDEX = OFF, STATISTICS_NORECOMPUTE = OFF, IGNORE_DUP_KEY =
OFF, ALLOW_ROW_LOCKS = ON, ALLOW_PAGE_LOCKS = ON) ON [PRIMARY]
) ON [PRIMARY]

GO

SET ANSI_PADDING OFF
GO
```

7.11. C.3. SCRIPT EN VISUAL BASIC WINDOWS FORM (CONSULTS)

```
<%@ Page Title="" Language="C#" MasterPageFile="~/Site.Master" AutoEventWireup="true"
CodeBehind="HistogramaDireccion.aspx.cs" Inherits="EAA_WEB.HistogramaDireccion" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">
    <script src="Scripts/Highcharts/Scripts/jquery.js"></script>
<script src="Scripts/Highcharts/Scripts/highcharts.js"></script>
<script src="Scripts/Highcharts/Scripts/exporting.js"></script>

    <asp:Calendar ID="Calendar1" runat="server" BackColor="White" BorderColor="White"
Font-Names="Verdana" Font-Size="9pt" ForeColor="Black" Height="190px"
NextPrevFormat="FullMonth" Width="350px" BorderWidth="1px">
    <DayHeaderStyle Font-Bold="True" Font-Size="8pt" />
    <NextPrevStyle Font-Bold="True" Font-Size="8pt" ForeColor="#333333"
VerticalAlign="Bottom" />
    <OtherMonthDayStyle ForeColor="#999999" />
```

```

        <SelectedDayStyle BackColor="#333399" ForeColor="White" />
        <TitleStyle BackColor="White" Font-Bold="True" Font-Size="12pt"
ForeColor="#333399" BorderColor="Black" BorderWidth="4px" />
        <TodayDayStyle BackColor="#CCCCC" />
    </asp:Calendar>
    <asp:DropDownList ID="ddlHoraI" runat="server"></asp:DropDownList>
    <asp:DropDownList ID="ddlHoraO" runat="server"></asp:DropDownList>
    <asp:Button ID="Button1" runat="server" Text="Mostrar" OnClick="Button1_Click" />
    <asp:Literal ID="ltrChart" runat="server"></asp:Literal>
</asp:Content>

```

7.12. C.4. SCRIPT EN C

```

using DotNet.Highcharts.Helpers;
using DotNet.Highcharts.Options;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Data.SqlClient;
using System.Linq;
using System.Web;
using System.Web.Configuration;
using System.Web.UI;
using System.Web.UI.WebControls;

namespace EAA_WEB
{
    public partial class HistogramaDireccion : System.Web.UI.Page
    {
        string connectionString =
WebConfigurationManager.ConnectionStrings["Datos_EAAConnectionString"].ConnectionString;
        protected void Page_Load(object sender, EventArgs e)
        {

            if (!IsPostBack)
            {
                BindTime();
            }

        }

        private void BindTime()
        {
            // Set the start time (00:00 means 12:00 AM)
            DateTime StartTime = DateTime.ParseExact("00:00", "HH:mm", null);
            // Set the end time (23:55 means 11:55 PM)
            DateTime EndTime = DateTime.ParseExact("23:55", "HH:mm", null);
            //Set 5 minutes interval
            TimeSpan Interval = new TimeSpan(0, 5, 0);
            //To set 1 hour interval
            //TimeSpan Interval = new TimeSpan(1, 0, 0);
            ddlHoraI.Items.Clear();

```



```

ddlHora0.Items.Clear();
while (StartTime <= EndTime)
{
    ddlHoraI.Items.Add(StartTime.ToShortTimeString());
    ddlHora0.Items.Add(StartTime.ToShortTimeString());
    StartTime = StartTime.Add(Interval);
}
ddlHoraI.Items.Insert(0, new ListItem("--Select--", "0"));
ddlHora0.Items.Insert(0, new ListItem("--Select--", "0"));
}

```

```

protected void Button1_Click(object sender, EventArgs e)
{

```

```

    string selectSql = "select direccion from [Tabla4] where cast(hora as
datetime) between cast('" + Convert.ToString(ddlHoraI.SelectedValue) + "' as datetime) and
cast('" + Convert.ToString(ddlHora0.SelectedValue) + "' as datetime) and fecha = cast('"
+ Convert.ToString(Calendar1.SelectedDate.Date) + "' as date) order by hora";
    string selectSql1 = "select Count(direccion) conta from [Tabla4] where
cast(hora as datetime) between cast('" + Convert.ToString(ddlHoraI.SelectedValue) + "' as
datetime) and cast('" + Convert.ToString(ddlHora0.SelectedValue) + "' as datetime) and
fecha = cast('" + Convert.ToString(Calendar1.SelectedDate.Date) + "' as date)";
    string selectSql2 = "select hora from [Tabla4] where cast(hora as datetime)
between cast('" + Convert.ToString(ddlHoraI.SelectedValue) + "' as datetime) and cast('" +
Convert.ToString(ddlHora0.SelectedValue) + "' as datetime) and fecha = cast('" +
Convert.ToString(Calendar1.SelectedDate.Date) + "' as date) order by hora";

```

```

SqlConnection con = new SqlConnection(connectionString);
SqlCommand com = new SqlCommand(selectSql, con);
SqlCommand com1 = new SqlCommand(selectSql1, con);
SqlCommand com2 = new SqlCommand(selectSql2, con);
int tamanio = 0;

```

```

con.Open();
SqlDataReader read1 = com1.ExecuteReader();
while (read1.Read())
{
    tamanio = Convert.ToInt32(read1["conta"]);
}
Object[] chartValues = new object[tamanio];
string[] strtValues = new string[tamanio];
read1.Close();
int a = 0;
SqlDataReader read = com.ExecuteReader();
while (read.Read())
{
    chartValues[a] = (read["direccion"]);
    a = a + 1;
}
read.Close();
a = 0;
SqlDataReader read2 = com2.ExecuteReader();
while (read2.Read())
{

```

```

        strtValues[a] = Convert.ToString(read2["hora"]);
        a = a + 1;
    }
    read2.Close();

    DotNet.Highcharts.Highcharts chart = new DotNet.Highcharts.Highcharts("chart")
        .SetTitle(new Title
        {
            Text = "Direccion Del viento",
            X = -20
        })
        .SetXAxis(new XAxis
        {
            Categories = strtValues
        })
        .SetSeries(new Series
        {
            Data = new Data(chartValues)
        });

    ltrChart.Text = chart.ToHtmlString();

    }

}

}

```

7.13. C.5. SCRIPT VISUAL STUDIO TABLA

```

<%@ Page Title="" Language="C#" MasterPageFile="~/Site.Master" AutoEventWireup="true"
CodeBehind="Tabla.aspx.cs" Inherits="EAA_WEB.WebForm3" %>
<asp:Content ID="Content1" ContentPlaceHolderID="MainContent" runat="server">

    <asp:GridView ID="GridView1" runat="server" AllowPaging="True"
AutoGenerateColumns="False" DataKeyNames="Key" DataSourceID="SqlDataSource1"
Height="534px" BackColor="#CCFFFF" BorderColor="Black" BorderStyle="Double" Width="764px">
    <Columns>
        <asp:BoundField DataField="Key" HeaderText="Key" InsertVisible="False"
ReadOnly="True" SortExpression="Key" />
        <asp:BoundField DataField="fecha" HeaderText="Fecha" SortExpression="fecha" />
        <asp:BoundField DataField="hora" HeaderText="Hora" SortExpression="hora" />
        <asp:BoundField DataField="temp" HeaderText="Temperatura" SortExpression="temp" />
        <asp:BoundField DataField="humedad" HeaderText="Humedad" SortExpression="humedad"
/>
    </Columns>
    </asp:GridView>
</asp:Content>

```



```

        <asp:ControlParameter ControlID="usu" Name="usu"
PropertyName="Text" Type="String" />
        <asp:ControlParameter ControlID="pas" Name="pas"
PropertyName="Text" Type="String" />
    </SelectParameters>
</asp:SqlDataSource>
</td>
</tr>
</table>
</asp:Panel>

</div>
<asp:Panel ID="Panel1" runat="server" Height="205px">
</asp:Panel>
</asp:Content>

```

7.15. C.7. SCRIPT EN C DEL LOGIN

```
Imports System.Data
```

```
Partial Class _Default
    Inherits System.Web.UI.Page
```

```

    Protected Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
        Dim numero As Integer
        Dim dvSql As DataView =
DirectCast(SqlDataSource1.Select(DataSourceSelectArguments.Empty), DataView)
        If dvSql.Count > 0 Then
            numero = 1
        End If
        If numero = 1 Then
            Session("usuario") = dvSql(0).Item(0)
            Response.Redirect("Default.aspx")
        End If
    End Sub

```

```

    Protected Sub pas_TextChanged(sender As Object, e As EventArgs) Handles
pas.TextChanged

```

```
End Sub
```

ANEXO D presupuesto del proyecto

7.16. D.1. PRESUPUESTO DE LA ESTACION AGROMETEREOLOGICA AUTOMATICA

Costos de la construccion de la Estacion Agrometereologica Automatica.				Valor		
#	Cantidad	Items	Descripcion	Dolares	Tipo de cambio	Cordobas
1	2	Paneles Solares	Paneles Solares Eco Worthy 5W, 0.35 A	\$76.00	C\$ 28.25	C\$ 2,147.00
2	1	Regulador LVMS	Regulador de voltaje de 30 A para energia solar	\$20.00	C\$ 28.25	C\$ 565.00
3	1	Bateria	Bateria CDP 14V, 4.7 AH	\$15.00	C\$ 28.25	C\$ 423.75
4	1	Sensor MPX4115A	Sensor de Presion Barica	\$30.00	C\$ 28.25	C\$ 847.50
5	1	Sensor HIH-4000-01	Sensor de humedad relativa	\$25.00	C\$ 28.25	C\$ 706.25
6	1	Sensor DS 1620	Sensor de temperatura	\$12.00	C\$ 28.25	C\$ 339.00
7	1	Anenometro 4910	Sensor de velocidad y direccion del viento	\$135.00	C\$ 28.25	C\$ 3,813.75
8	2	Placas de cobre	Placas para montar circuitos Impresos	\$10.00	C\$ 28.25	C\$ 282.50
9	1	Litro de acido Nitrico	Acido para revelar pistas de cobre	\$3.00	C\$ 28.25	C\$ 84.75
10	2	Radio Enlaces	Enlaces de la marca Ubiquiti para Trasmision y recepcion	\$110.00	C\$ 28.25	C\$ 3,107.50
11	12	Metros de cable UTP	Cables de red para conexiones	\$4.00	C\$ 28.25	C\$ 113.00
12	1	Elementos electronicos	Condesadores, diodos, acopladores, resistencias entre otros	\$6.00	C\$ 28.25	C\$ 169.50
13	1	Microchip PIC 16F877A	Chip de control	\$8.00	C\$ 28.25	C\$ 226.00
14	1	LCD 16x2	Pantalla de 16 caracteres por dos filas	\$12.00	C\$ 28.25	C\$ 339.00
15	1	Max 232	Convertor de 5V CMOS a 15 y -15 V TTL	\$9.00	C\$ 28.25	C\$ 254.25
16	1	Convertor de Rs-232 a Ethernet	Modulo Wiznet107SR convierte de un protocolo Serial a Ethernet	\$39.00	C\$ 28.25	C\$ 1,101.75
17	1	Tripode de parlante	Tripode de apoyo de la estructura	\$20.00	C\$ 28.25	C\$ 565.00
18	1	Codo de una pulgada PVC	Codo PVC	\$1.00	C\$ 28.25	C\$ 28.25
19	1	T de una pulgada PVC	T PVC	\$1.00	C\$ 28.25	C\$ 28.25
20	1	Camisa de una pulgada PVC	Camisa PVC	\$1.00	C\$ 28.25	C\$ 28.25
21	2	Camisa Hembra de una pulgada PVC	Camisa Hembra PVC	\$2.00	C\$ 28.25	C\$ 56.50
22	2	Tapones lisos de una pulgada PVC	Tapones Lisos PVC	\$2.00	C\$ 28.25	C\$ 56.50
23	2	Tapones Machos de una pulgada PVC	Tapones Machos PVC	\$2.00	C\$ 28.25	C\$ 56.50
24	1	Caja de madera persianada 20x20x20 Cm	Garita Metereologica para los sensores recomendacion de la OMM	\$7.00	C\$ 28.25	C\$ 197.75
25	2	Abrazaderas numero 2	Soporte para los paneles solares	\$8.00	C\$ 28.25	C\$ 226.00
26	5	Metros de Cable AWG	Cables para conexiones electricas	\$5.00	C\$ 28.25	C\$ 141.25
27	2	Metros de tubo PVC	Soporte del tripode y elementos aereos	\$6.00	C\$ 28.25	C\$ 169.50
28	1	Caja Lebrand para exteriores 22 x 18 Cm	Caja de seguridad de elementos electronicos	\$37.00	C\$ 28.25	C\$ 1,045.25
29	1	Conector Lan/poe 5v	Conector para alimentar el radioenlace por voltajes DC	\$5.00	C\$ 28.25	C\$ 141.25
30	5	Metros de Estaño	Estaño para soldar componentes Electronicos	\$2.50	C\$ 28.25	C\$ 70.63
31			Impuestos Aduaneros	\$155.00	C\$ 28.25	C\$ 4,378.75
32		Servicios Profesionales	Configuracion, Diseños, Programas, Software, Construccion	\$1,200.00	C\$ 28.25	C\$ 33,900.00
				Total en Dolares		\$1,968.50
				Total en Cordobas		C\$ 55,610.13

7.17. D.2. PRESUPUESTO DE LA ANTENA DOUBLE CROSS

Costos de la construccion de la Antenna Double Cross				Valor		
#	Cantidad	Items	Descripcion	Dolares	Tipo de cambio	Cordobas
1	2	Tapon PVC 3" Pulgadas Liso	Soporte principal de la estrucutra	\$8.00	C\$ 28.25	C\$ 226.00
2	4	Reductores de 1"1/2 a 1"	Uniones	\$4.00	C\$ 28.25	C\$ 113.00
3	2	Metros de tubo PVC 1 Pulgada	Estructura de los dipolos y elementos	\$9.00	C\$ 28.25	C\$ 254.25
4	1	Tubo de hierro galvanizado	Soporte principal de la estructura	\$31.50	C\$ 28.25	C\$ 889.88
5	6	Metros de alumio 3 mm	Material Radiante	\$3.75	C\$ 28.25	C\$ 105.94
6	8	Tapones lisos PVC 1"	Tapon PVC	\$6.00	C\$ 28.25	C\$ 169.50
7	4	T PVC Lisa 1"	T PVC Lisa	\$1.70	C\$ 28.25	C\$ 48.03
8	10	Cable coaxial RG-59	Cable de conexion de 50 OHM	\$10.61	C\$ 28.25	C\$ 299.73
9	2	Spray Pintura	Pintura para acabado	\$4.00	C\$ 28.25	C\$ 113.00
10	8	Tornillos de penetracion	Conexion entre dipolos y cable	\$2.00	C\$ 28.25	C\$ 56.50
11	8	Ojos de gatos	Conexion entre dipolos y cable	\$2.00	C\$ 28.25	C\$ 56.50
12	2	Estaño	Soldadura electronica	\$1.00	C\$ 28.25	C\$ 28.25
13	1	Clad Cooper	Tarjeta del circuito	\$1.50	C\$ 28.25	C\$ 42.38
14	1	SDR- RTLD	Receptor de la antenna	\$30.00	C\$ 28.25	C\$ 847.50
15	1	Conector de Coaxial a SMA	Conversor de coaxail a SMA	\$5.00	C\$ 28.25	C\$ 141.25
16	1	Conector de Coaxial	Conector termial Coaxial	\$1.00	C\$ 28.25	C\$ 28.25
				Total en Dolares		\$121.06
				Total en Cordobas		C\$ 3,419.95

7.18. D.3. COMPARACION DE ESTACIONES AUTOMATICAS



Figure A 44 Estación Meteorológica Profesional 900ET

Fabricante: SPECTRUM

Estación Meteorológica Profesional WatchDog 900ET

La estación meteorológica profesional y económica que se detalla a continuación es una estación muy versátil y sencilla de instalar y fácil de utilizar.

En su configuración básica es capaz de medir los siguientes parámetros:

Medir la **Velocidad del viento**

Medir la **Dirección del viento**

Medir la **Temperatura ambiente**

Medir la **Humedad relativa**

Medir el **Punto de Rocío**

Medir la **Pluviometría**

Medir la **Radiación solar**

Medir la **Evapotranspiración**

Además es configurable y adaptable para medir más parámetros opcionalmente, **hasta 5 sensores externos** para crear un sistema de control climático perfectamente ajustado a sus necesidades:

Medir la **Humedad del suelo**

Medir la **Humedad foliar**

Medir la **Temperatura del suelo**

Medir la **Presión en el riego**

Fácil de instalar y utilizar:

El equipo de medición meteorológica, se suministra completo, con los sensores integrados montados, a falta tan solo, de la instalación de la veleta o anemómetro para medir la velocidad y dirección del viento. Este sensor de viento se instala muy fácilmente.

Los tres sensores externos opcionales que se pueden añadir al equipo se enchufan directamente sin necesidad de cableados añadidos ni calibración específica. El soporte de montaje se fija a un poste o trípode de 4,5 cm.

Aplicaciones:

La estación meteorológica se ofrece con distintas configuraciones; la configuración básica le permite medir los parámetros más habituales de control climático como son: **Velocidad del viento, Dirección del viento, Temperatura ambiente, Humedad relativa, Punto de Rocío, Evapotranspiración, Pluviometría y Radiación solar**, así que puede ser utilizada por cualquier persona que necesite una estación meteorológica convencional, profesional y a un precio económico.

Medir las condiciones meteorológicas es importante en muchos procesos industriales, en laboratorios, en trabajos de campo, en almacenes, en fincas agrícolas, en campos de golf, aeropuertos, en aeródromos, y por supuesto esta estación es ideal para los aficionados a la meteorología porque tiene todas las características de una estación de calidad profesional a un precio razonablemente bajo. Le ayudará a tomar la decisión adecuada, de cuando regar, de cuando cerrar toldos, cuando es buen momento para instalar carpas, etc.

La estación meteorológica se usa también en la agricultura, en la jardinería, en la industria y en el sector de la investigación.

La estación meteorológica WatchDog 900ET le permite optimizar sus programas de riegos y control integrado de plagas.

La estación meteorológica WatchDog 900ET en conjunción con el software SpecWare le permite el control, documentación y análisis de una base de datos personalizado sobre las condiciones locales. Diseñado con el fin de ser un producto relativamente económico, la estación meteorológica le informa de manera inmediata y localmente de las condiciones climáticas, y evita que sus decisiones dependan de la información que se proporciona por los medios de comunicación o por mediciones realizadas en lugares que están alejados de su finca o lugar de medida del tiempo.

La estación le permitirá **almacenar las lecturas medidas**.

Con el software SpecWare que acompaña a la estación, puede descargar los datos almacenados durante el tiempo que la estación ha estado funcionando.

Se muestran los datos como gráficos o tablas. Use el software para multitud de cálculos y resúmenes de semana, mes, o año. Con esta estación meteorológica puede calcular evapotranspiración y le ayudará con las necesidades de riego.

Diseño seguro y fiable:

La estación meteorológica WatchDog 900ET incorpora un data logger integrado que memoriza las lecturas en una memoria interna que conserva la información guardada en caso de pérdida de energía. Puede seleccionarse la **toma de lecturas en intervalos de 1, 10, 15, 30, 60 y 120 minutos**. Una lectura cada 30 minutos **permitirá grabar 65 días** de información hasta que se llene la memoria del data logger. Una pantalla de LCD muestra una visión instantánea de la carga de las pilas y las lecturas.

El equipo **funciona con cuatro pilas AA** con una vida aproximada de 8 meses que evita la necesidad de montar (y mantener) paneles solares o conexiones eléctricas.

Sensores para la Estación Meteorológica WatchDog 900ET			
Sensor	Rango de Medición	Resolución	Precisión
Dirección del viento	0°...360°	2°	± 7°
Velocidad del viento	0...281 km/h	1 km/h	± 5%
Temperatura ambiente	-20°C...70°C	0.1°C	± 0.7°C
Humedad relativa	10% a 100%	0.1%	± 3%
Punto de rocío	-73°C a 60°C		± 2°C
Pluviometría	0.25 cm resolución		± 2%
Radiación solar	1 a 1,250 w/m ²		± 5%
Humedad de suelo	0...100%		± 0.2 %
Temperatura de suelo	-30°C...100°C		± 0.6%
Humedad foliar	0(seco) - 15(mojado)		
Riego (presión)	Cambia a 5 psi		± 1 psi

Table A 11 Sensores para la Estación Meteorológica

Especificaciones - Características WatchDog 900ET	
Alimentación	4 x baterías de 1,5 V AA
Duración de la batería	máximo 12 meses de funcionamiento
Dimensiones	300 x 215 x 300 mm
Peso	2900 g
Puerto	RS-232
Pantalla	LCD dual gráfico

Carcasa	plástico ABS
Rango de temperatura operativa	-20 ... +70 °C
Memoria	8800 serie de mediciones
Valores calculados	Punto de rocío, Wind Chill (sensación térmica)

Table A 12 Especificaciones del equipo

Tiene a su disposición 4 configuraciones de la estación meteorológica:

Modelo ESTACIÓN BÁSICA que incluye:

- Estación meteorológica WatchDog ET900
- Sensor para medir la Velocidad del viento
- Sensor para medir la Dirección del viento
- Sensor integrado para medir la Temperatura ambiente
- Sensor integrado para medir la Humedad relativa
- Sensor integrado para medir la Pluviometría
- Sensor integrado para medir la Radiación solar
- Trípode de aluminio
- Software de análisis de medidas SpecWare (versión en idioma inglés y para Windows)

Modelo ESTACIÓN HUMEDAD DEL SUELO que incluye todos los componentes del modelo básico más:

- 2 sensores para medir la **Humedad del suelo** a distintas profundidades
- 1 sensor para medir la **Temperatura del suelo**

Modelo ESTACIÓN HUMEDAD FOLIAR que incluye todos los componentes del modelo básico más:

- 2 sensores para medir la **Humedad del suelo** a distintas profundidades
- 1 sensor para medir la **Humedad foliar**

Modelo ESTACIÓN RIEGO que incluye todos los componentes del modelo básico más:

- 2 sensores para medir la **Humedad del suelo** a distintas profundidades

- 1 sensor de **Riego**, que permite saber cuándo se ha regado y comparar esta información con los datos de humedad de suelo u otros parámetros.

COMPARACION TECNICAS DE ESTACIONES			
Prototipo de estacion Agrometereologica automatica con adquisicion de imagenes satelitales y publicacion de datos en pagina web.		Estacion Metereologica Profesional Wach Dog 900ET	
Medicion		Medicion	
Temperatura, Presion barica, Humedad Relativa, Velocidad y direccion del viento		Velocidad y dirección del viento, Temperatura, Humedad relativa, Punto de Rocío, Pluviometría, Radiación solar, Evapotranspiración	
Escabilidad		Escabilidad	
Soporta hasta doce sensores		Soporta hasta cinco sensores	
Almacenamiento en base de datos		Almacenamiento limitado	
Interfaz de control (HMI)		SpecWare Interfaz de control (HMI)	
Alimentacion		Alimentacion	
Sistema fotovoltaico		4 Baterias AA	
Comunicacion		Comunicacion	
Radio enlace (IP)		Rs-232	
Visualizacion		Visualizacion	
LCD 16 X 2		LCD grafico	
Pagina Web			
Imagenes Satelitales		Imagenes Satelitales	
Imagenes Climaticas (NOAA)		No disponible	
Seguridad		Seguridad	
Login de usuario		No disponible	
Presentacion de datos		Presentacion de datos	
Histogramas		Diagramas de pastel y barra	
Dashboard			
Graficos dinamicos			

Table A 13 Comparación técnicas de estaciones.

Table A 14 Comparación de Estaciones Meteorológicas Automáticas

COMPARACION DE ESTACIONES METEREOLÓGICAS AUTOMATICAS					
Unidad	Descripción	Euro +IVA	Dólares	Córdobas	%de costos de la estación fabricada VS Comprar
1	Estación meteorológica BÁSICA Estación meteorológica WatchDog 900ET + Sensores básicos (3350WD2) + Trípode (3396TP) + Software completo Spec9Pro (3654P9)	3,607.62 €	\$4,039.98	C\$117,159.42	105.41%
1	Estación meteorológica para HUMEDAD DEL SUELO Todo lo que incluye la estación básica + 2 sensores de Humedad de Suelo (6460) + 1 sensor de Temperatura del suelo (3667)	3,960.94 €	\$4,435.36	C\$128,625.44	125.51%
1	Estación meteorológica para HUMEDAD FOLIAR Todo lo que incluye la estación básica + 2 sensores de Humedad de Suelo (6460) + 1 sensor de Humedad Foliar (3666)	4,085.57 €	\$4,575.36	C\$132,685.44	132.63%
1	Estación meteorológica para RIEGO Todo lo que incluye la estación básica + 2 sensores de Humedad de Suelo (6460) + 1 sensor de Riego (6451)	4,256.18 €	\$4,768.01	C\$138,272.29	142.43%
1	Estación agrometeorológica Automática con adquisición de imágenes satelitales y publicación de datos en página web +Softwares	1,647.64 €	\$1,966.77	C\$57,036.33	0.00%

Nota * Comparación no incluye costos de envío, ni impuestos aduaneros.